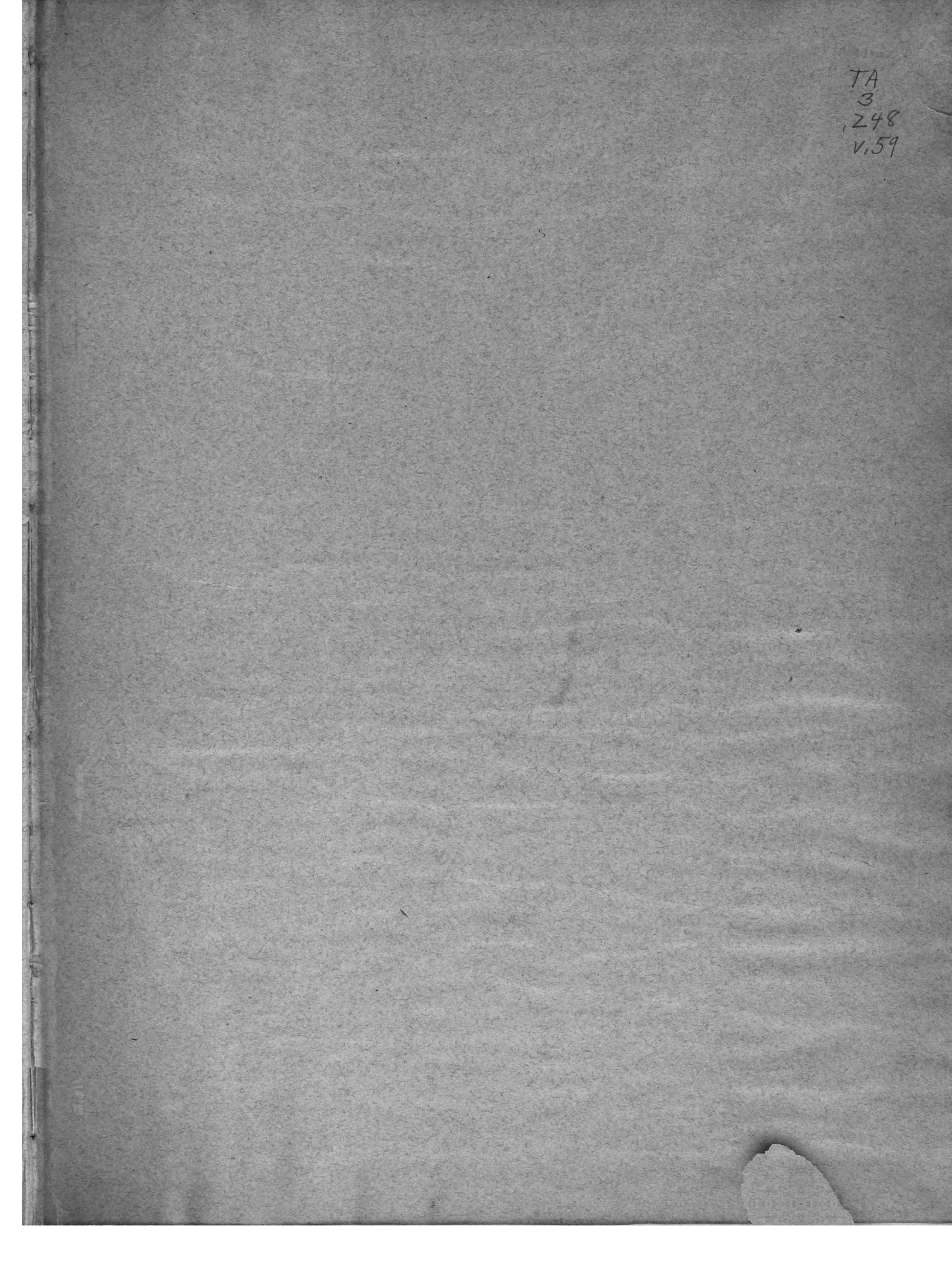
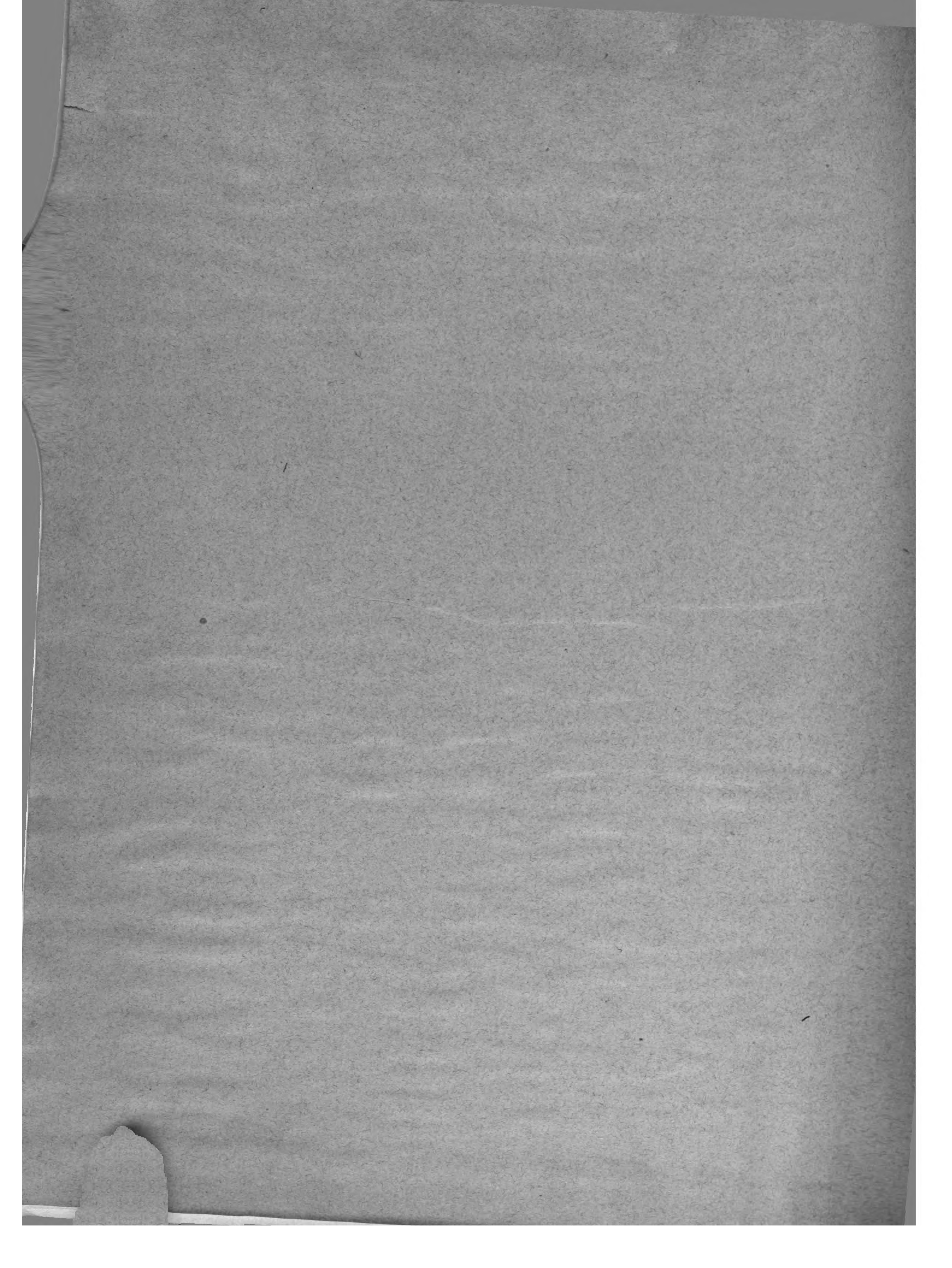
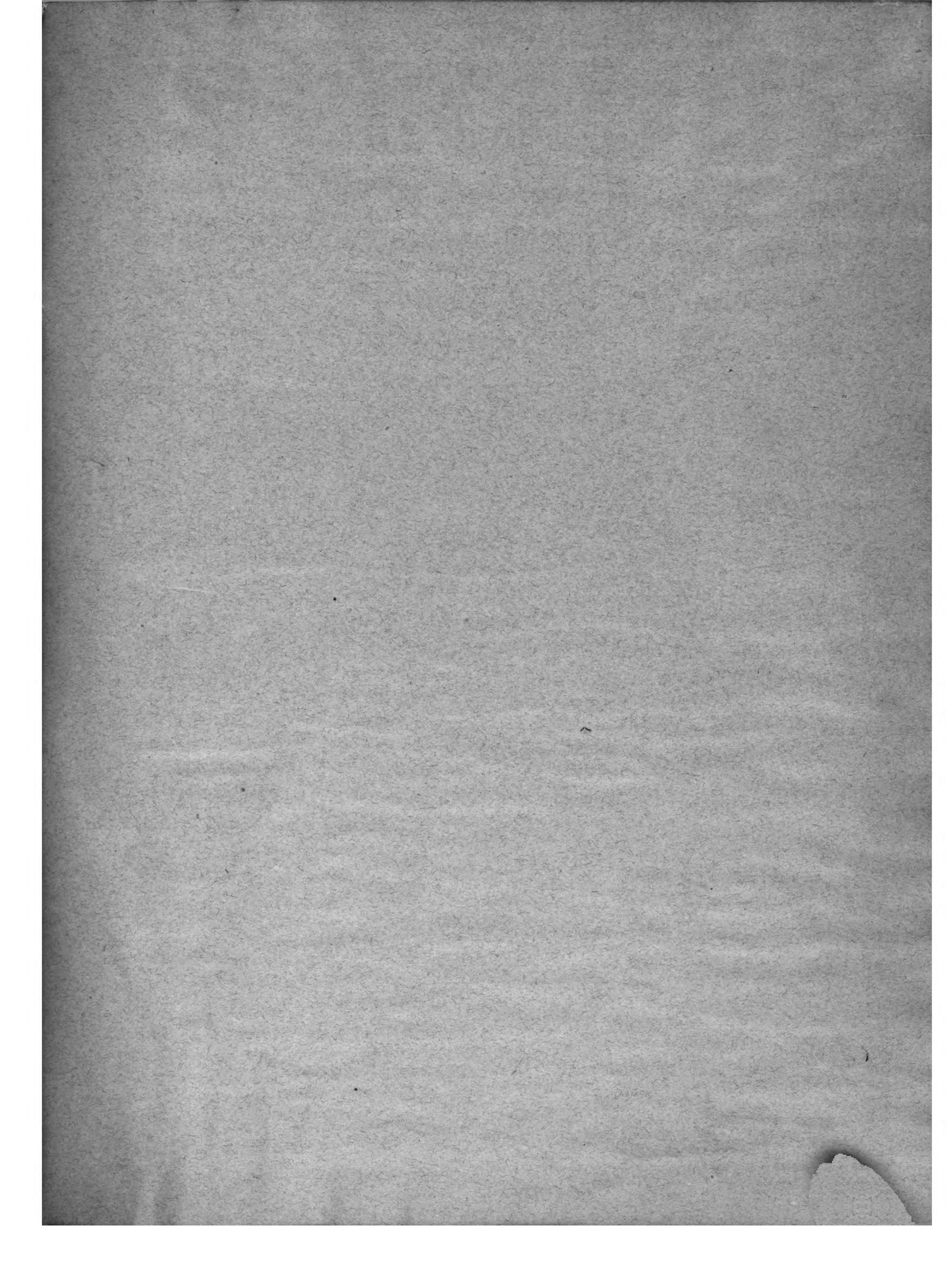
D 416,393



TA
3
.Z48
v.59





ZEITSCHRIFT

für

Architektur und Ingenieurwesen.

HERAUSGEGEBEN

von dem

Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat, Professor **W. Schleyer.**

Jahrgang 1913.

(Band LIX; d[illegible]neuen Folge Band [illegible]IX.)

Zeitschrift für
Architektur und
Ingenieurwesen

TA
3
.Z48
v.59
1913

Mor.
L.B.
Cloth
O.C.
Sample
Vols.
Fund Engineering

Univ. of Mich.

Form 2878 ML APR 4 1961

Inhalt des neunundfünfzigsten Bandes,

des achtzehnten Bandes der neuen Folge.

Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

Hochbau, Aesthetik.

Seite

Ingenieurbau.

Materialkunde.

Theoretische Untersuchungen.

Seite

Kleine Mitteilungen.

Zeitschriftenschau.

Bücherschau.

Alphabetische Inhaltsangabe.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben

von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1913. Heft 1.
(Band LIX; Band XVIII der neuen Folge.)



Erscheint jährlich in 6 Heften.
Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

Friedhofanlage Immensen.

Von Dipl.-Ing. W. Frings, Architekt (Hannover).

Das Grundstück für den neuen Friedhof Immensen liegt an der nordöstlichen Peripherie der Dorfmark und hat eine Gesamtgröße von 52 zu 450 m. Einstweilen ist das vordere Fünftel desselben für die Friedhofzwecke hergerichtet. Auf die althergebrachte Orientierung der Gräber ist wegen der geringen Breite des Grundstückes verzichtet, ebenso aus demselben Grunde auf eine malerische Aufteilung, wie man sie heute allenthalben anstrebt. Ein breiter Fahrweg, mit Lindenbäumen bepflanzt, zerteilt den ganzen Friedhof in zwei Hälften, welche wiederum durch breite Fußwege in die notwendigen Grabfelder für kleine Kinder, Schulkinder und für Erwachsene zerlegt sind. Der Fahrweg wird in dem ersten Teile beiderseitig begrenzt durch Familiengräber für je zwei bis vier Personen. In der späteren Vergrößerung sollen diese Erbbegräbnisse an die beiden Längsgrenzen angelegt werden, ein Gedanke, der für den ersten Teil des Friedhofes nicht den Anklang der Auftraggeber gefunden hat. Die Kapelle war zuerst direkt mit dem Eingang verbunden gedacht, ist aber dann auf die Vorstellungen der Kirchenkommissare am vorläufigen Ende des Mittelweges errichtet worden. An den seitlichen Einfriedigungen sind lebende Hecken aus Fichten angepflanzt. Die Straßeneinfriedigung besteht aus einem gemauerten Sockel mit aufgehenden Steinpfeilern, die Zwischenfelder sind durch Holzzäune ausgefüllt. Der Eingang, etwas eingezogen, ist rechts und links von Hängebirken eingefaßt, für die übrige Anpflanzung der Straßeneinfriedigung ist immergrünes Gesträuch, vermischt mit heimischer und fremder Heide, verwandt worden. Die Kosten für die Gesamtanlage, also für die Erdbewegung bis zur fertigen Pflanzung, für die fertige Kapelle und für die Einfriedigung betragen mit dem Architektenhonorar 6450 M.

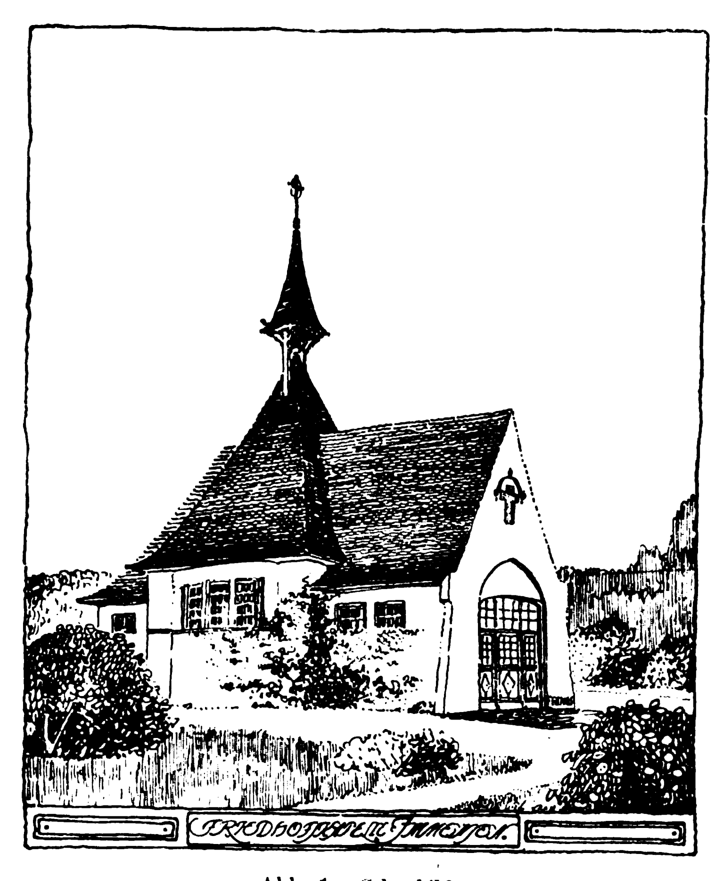
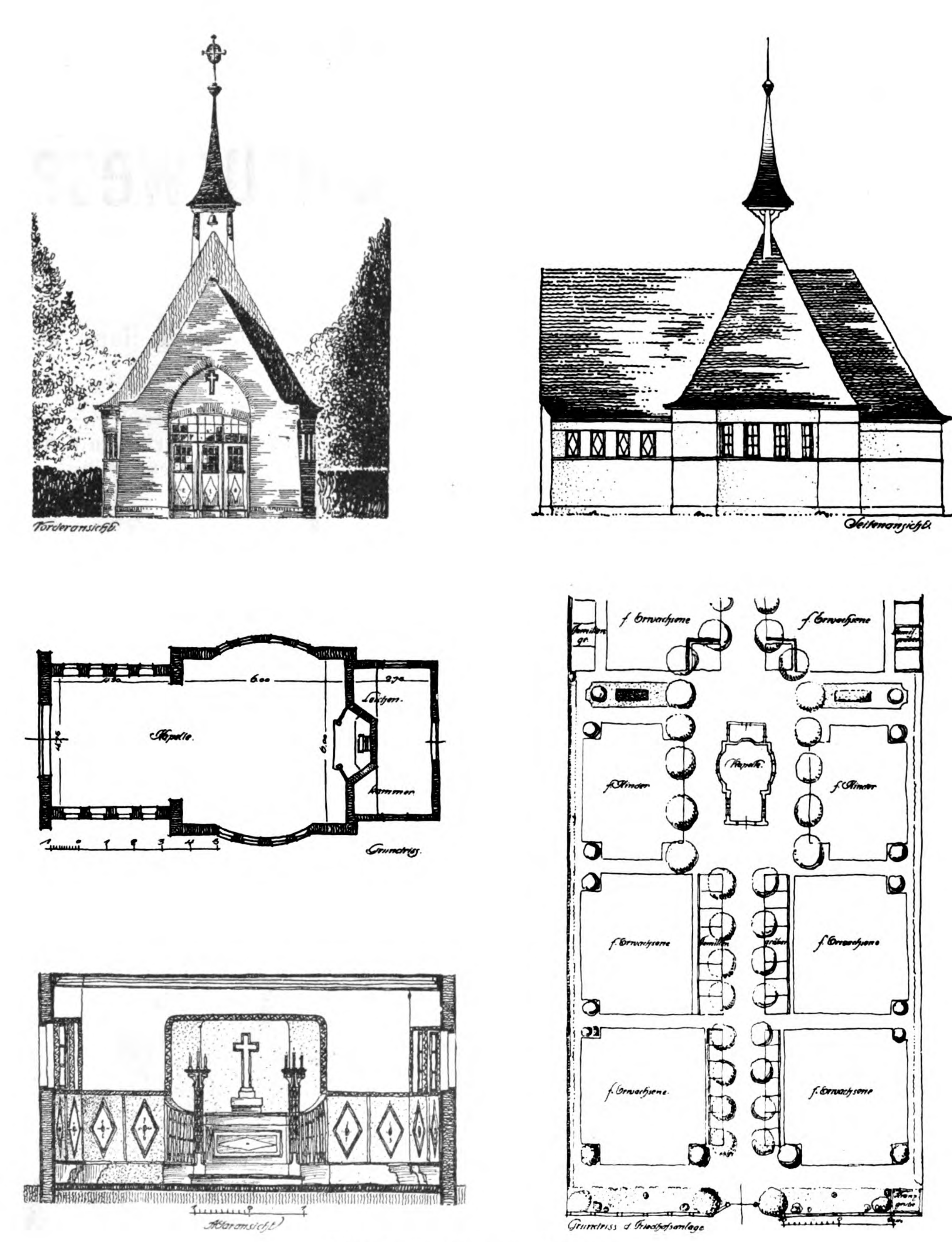


Abb. 1. *Schaubild.*

(Abb. 2 bis 6 siehe folgende Seite.)

264523



Friedhofanlage Immensen. Abb. 2 bis 6.

Die Sicherheit von Mauern und verwandten Tragwerken gegen Erddruck, Wind- und Wasserdruck.

Von Dipl.-Ing. E. Elwitz in Düsseldorf.

I.

Ganz allgemein wird ein jedes Bauwerk „ausreichende" Sicherheit bieten müssen

1. für die „Gebrauchsbelastung",
2. für eine „erhöhte Gebrauchsbelastung",
3. für Belastungen von außergewöhnlicher Größe oder außergewöhnlicher Art, die man als Grenz- oder „Gefahrbelastung" bezeichnen kann.

In diesen drei Fällen hat das Bauwerk für die Dauer seines Bestehens in allen seinen Teilen, mithin als Ganzes, die erforderliche Sicherheit zu bieten. Damit letzteres der Fall sei, auch aus wirtschaftlichen Gründen, werden dabei einzelne Teile eine erhöhte Sicherheit erhalten müssen, so z. B. Gegenstreben wegen wechselnder Zug- und Druckbeanspruchung (Arbeitsfestigkeit), desgleichen Windglieder, deren Spannungen wegen wechselnder Windrichtung auch stark wechseln, oder Niete infolge Möglichkeit ihrer Lockerung durch Stöße, ferner Bauteile, deren Kräfte stärker wachsen als die äußere Angriffsbelastung. Auch die Möglichkeit direkter Kraft- und Stoßeinwirkung und des Angriffes sonstiger schädlicher Einflüsse wie Gase, Säuren, Dämpfe auf einzelne Teile gehört hierher, sofern deren Einfluß nicht durch besondere Anstriche, Verkleidungen oder sonstige Anordnungen unschädlich gemacht wird. Derjenige der drei Grundbelastungsfälle nun, der die größten Abmessungen liefert, ist für die Bemessung des Bauwerkes ausschlaggebend. Die vielfach noch vertretene Ansicht, aus der Bruchbelastung allein die zu gewährende Sicherheit herleiten zu wollen, übersieht vollständig, daß die so ermittelten Gebrauchsspannungen oft bereits mit Begleiterscheinungen verbunden sind, die mit dem Bestand des Bauwerkes für die Dauer unverträglich sind. Es sei hier nur an übermäßig große Durchbiegungen, sodann an das Auftreten von Rissen bei Stein-, Beton- und Eisenbetonbauten erinnert, die Stellen des Angriffes für die Verwitterung, schädliche Gase, für die Rostbildung usw. abgeben, ganz abgesehen von Bauten für besondere Zwecke, die aus Gründen der Benutzung vollständige Rissefreiheit verlangen. Bei einem solchen Verfahren zur Festsetzung der Sicherheit wäre auch keine Rücksicht genommen auf die durch den Zahn der Zeit bedingte Abnutzung, auf eine mögliche, mit einem Festigkeitsabfall verbundene Strukturveränderung des Baustoffes und auf die mit der Zeit kleiner werdende Arbeitsfestigkeit.

Andererseits darf man sich nicht, wie dies z. B. für auf Knickung beanspruchte Stäbe vorgeschlagen ist, damit begnügen, die Untersuchung nur für den Gebrauchsfall durchzuführen und festzustellen, daß hierfür keine unzulässigen Spannungen auftreten. Der gewissenhafte Ingenieur wird sich, sofern die üblichen Rechnungsgrundlagen versagen sollten, wenigstens näherungsweise über den wirklich vorhandenen Sicherheitsgrad seines Bauwerkes Rechenschaft ablegen.

Die bei der Gebrauchsbelastung auftretenden Spannungen werden als zulässige Spannungen oder Anstrengungszahlen bezeichnet. Für ihre Festlegung kommen die verschiedenartigsten Gesichtspunkte in Betracht. In erster Linie muß das Bauwerk für die Dauer seines Bestandes sichergestellt sein. Je nach der Wichtigkeit des Tragwerkes, ob für vorübergehende Zwecke oder möglichst lange Dauer, ob es von untergeordneter oder besonders wichtiger Bedeutung, ob sein Einsturz mehr oder minder große Werte vernichten, Menschenleben in Gefahr bringen kann oder nicht, endlich nach strategischen Gesichtspunkten wird der Grad der Sicherheit und die Höhe der letztere in der Hauptsache bedingenden Anstrengungszahl zu bemessen sein. Weiter sind hierbei noch zu berücksichtigen die Abnahme des Sicherheitsgrades durch den Wechsel der Spannungen infolge wechselnder Belastung (Arbeitsfestigkeit), die Abminderung der Festigkeit durch die Zeitdauer, durch die mit letzterer verbundenen, auch von der örtlichen Lage abhängigen Witterungs- und Abnutzungseinflüsse, selbst bei Bauteilen mit nicht wechselnder Inanspruchnahme, die Spannungserhöhung durch die Schwankungen der Wärme, ferner die jedem Stoff anhaftenden, mehr oder minder schwachen Stellen, die sich dem Auge entziehen und mit denen doch gerechnet werden muß. Die im allgemeinen schlecht verfolgbare Erhöhung der Spannungen infolge plötzlich einwirkender oder Stoßbelastung, durch Wiederholung von Lastimpulsen (Schwingungen) wird am zweckmäßigsten durch Einführung dynamischer Beiwerte, das ist durch eine erhöhte Nutzbelastung, in Rechnung gestellt. Auch die oft nicht ganz zutreffenden Voraussetzungen unserer Rechnungsgrundlagen, die Außerachtlassung mehr oder minder wichtiger Nebeneinflüsse, endlich die beabsichtigten oder unbeabsichtigten Abweichungen der Ausführung gegenüber der Rechnung sind durch die Wahl einer entsprechend herabgesetzten Anstrengungsziffer wieder gutzumachen. So wird man im allgemeinen den statisch unbestimmten Systemen eine höhere Sicherheitszahl gewähren müssen wie den statisch bestimmten. Unter sonst gleichen Umständen wird der von den einzelnen Baustoffen verlangte Sicherheitsgrad nicht immer der gleiche zu sein brauchen. Eisen wird fast immer in tadellosem Zustande angeliefert, Beton und Mauerwerk sind in weit höherem Maße mit Ausführungsmängeln behaftet. Andererseits ist der Zustand eines eisernen Bauwerkes in hohem Maße von der Sorgfalt seiner Unterhaltung abhängig; sein Sicherheitsgrad bleibt sich bestenfalls gleich, während beim Beton die Festigkeit mit dem Alter noch wächst, welcher Umstand bei Festsetzung des Sicherheitsgrades nutzbar gemacht werden kann. Noch anders liegt die Sache beim Verbundkörper. Hier kommt nicht nur die Eigenfestigkeit der beiden Grundbaustoffe, des druck- und des zugfesten Materials, in Frage; die Gesamtfestigkeit ist auch noch abhängig vom Verbunde, dessen Sicherstellung von der Anordnung und Lage der Eisen im Beton und anderen Umständen bedingt wird.

Als erhöhte Gebrauchsbelastung ist das Zusammentreffen aller gleichzeitig möglichen ungünstigen Einwirkungen (Verkehrslast, Wind, Temperatureinflüsse) zu verstehen, auch ausnahmsweise auftretende sehr hohe Belastungen: auf Brücken im Kriegsfalle vollständige Lokomotivzüge, Beförderung von Panzerplatten, Marinegeschützen, stockendes Menschengedränge; dann Benutzung von Wohnräumen zu gelegentlichen Versammlungen, zur vorübergehenden Aufstapelung von Gegenständen; starker Windangriff auf Schornsteine und Druck des Hochwassers auf Standmauern sind hierher zu rechnen. Brüche und schädliche Verformungen des Gesamtbauwerkes dürfen nicht auftreten; dagegen können bei Einzelteilen unter Umständen sehr wohl höhere Beanspruchungen, Ueberschreiten der Elastizitätsgrenze, auch kleinere Verformungen zugelassen werden. Nicht hierher gehören erst in späteren Zeiten zu erwartende höhere Gebrauchslasten, da sie dann dauernd auftreten. Für die erhöhte Gebrauchsbelastung ist der Sicherheitsgrad entsprechend niedriger anzusetzen.

Unter die Gefahrbelastungen sind zu zählen: Zusammenstöße und Entgleisungen von Zügen auf Brücken,

Beschädigung dieser und ähnlicher Bauwerke durch die Elementargewalten außergewöhnlichen Hochwassers, sehr hoher Eisgang, der Anprall großer schwimmender oder in Bewegung befindlicher Körper als Schiffe und Lokomotiven, das Auftreten von Orkanen, die besonders den hohen im Küstengebiet stehenden Schornsteinen gefährlich werden können. In Gebäuden müssen Decken bei Feuersbrünsten größere herabstürzende Massen zur Not noch tragen und den Zusammenbruch des Ganzen verhindern können. Das Verhältnis zwischen der Größe der Gebrauchs- oder der erhöhten Gebrauchsbelastung und der überhaupt möglichen Gefahrbelastung ist bei den verschiedenen Bauwerken ganz außerordentlich verschieden. Bei dem einen Bauwerk wird es oft kaum möglich sein, jeder Gefahr zu begegnen, während bei andern eine nennenswerte Steigerung der Gebrauchsbelastung kaum eintreten kann, wie z. B. bei vielen Stützmauern und Wasserbauwerken, Fundamenten von Gebäuden u. a. Der Umstand, daß viele Bauten der letzteren Art keine eigentliche Gefahrbelastung besitzen, kann natürlich von rückwirkendem Einfluß auf die Festsetzung der zulässigen Spannung sein. Höhere Anstrengungszahlen können hier oft ohne jedes Bedenken zugelassen werden; sie sind aus wirtschaftlichen Gründen sogar am Platze. Im allgemeinen kann es keineswegs die Aufgabe sein, ein Bauwerk gegen derartige Einwirkungen so vollkommen herzustellen, daß es auch nach überstandener Gefahr noch weiter betriebssicher bestehen kann. Doch wird man nach Möglichkeit versuchen, die Bauwerke soweit zu sichern, daß eine direkte Einsturzgefahr vermieden und daß die Folgen derartiger Elementarereignisse nicht noch durch den Zusammensturz des Bauwerkes selbst vergrößert werden. Mit einer über die Bruchgefahr etwas hinausgehenden Sicherheit wird man zur Not auskommen. Dieser Sicherheitsgrad wird ganz besonders vorsichtig zu bemessen sein, aus Gründen, die schon bei der Festsetzung der zulässigen Spannungen aufgezählt sind und hier eine noch viel größere Rolle spielen.

II.

Das Wesen der hier betrachteten Bauwerke besteht darin, daß die ihrer Hauptrichtung nach senkrecht aufgebauten Traggebilde entweder den Angriff wagerechter oder in der Hauptsache wagerecht wirkender Kräfte (Erd- und Wasserdruck, Wind) aufzunehmen haben (Abb. 1), oder daß sie den Halt abgeben sollen für frei ausgekragte Bauteile wie Konsolträger und Freitreppen (Abb. 9). Brückwiderlager gehören auch hierher. Für jeden Querschnitt muß die Mittelkraft aller auf ihn einwirkenden, der angreifenden wie der widerstehenden Kräfte, bei nur druckfestem Baustoff zunächst innerhalb des Querschnittes fallen. Bei vorhandener Biegefestigkeit braucht dies nicht der Fall zu sein. In beiden Fällen dürfen außerdem keine unzulässigen Spannungen auftreten. Dieses Ziel wird durch eine zweckmäßige Regelung der Bauwerkseigenlast oder eines auflastenden Ersatzgewichtes aus Erde oder Steinen, so z. B. bei Winkelstützmauern, erreicht. Die Gesichtspunkte, die beim Entwurf und im besonderen bei der Festlegung der verschiedenen Sicherheiten beobachtet werden müssen, sind je nach der Art der Angriffskräfte, der Wahl des Baustoffes, nach der Entwurfsanordnung, nach dem Zwecke des Bauwerkes verschieden. Im Grunde genommen ist allerdings nur eine Sicherheit vorhanden, und zwar diejenige, die sich aus der kleinsten Bruchlast ergibt, wenn man von dem Einfluß des Alters usw. absieht. In der Praxis gehen die Meinungen über die zu gewährenden Sicherheiten noch sehr auseinander, vielfach sind sie überhaupt noch nicht geklärt.

III.

Die Sicherheit der vorliegenden Konstruktionen hängt in erster Linie von ihrer Standfestigkeit ab. Es soll daher zunächst an den Beispielen einer massiven Mauer und eines Kragträgers das Wesen der maßgebenden „Kippsicherheit" klargelegt werden; sodann werden die andern Sicherheiten und die für die einzelnen Angriffsarten und Entwurfsanordnungen zu beobachtenden Gesichtspunkte kurz erörtert.

Die im Abstande h oberhalb des betrachtenden Querschnittes wagerecht angreifende Kraft H sei die Mittelkraft der angreifenden, die senkrechte Kraft N in der Entfernung a von der Kippkante A die Mittelkraft der widerstehenden Kräfte (Abb. 1), und das Moment sämtlicher Kräfte in bezug auf den Punkt A heiße das „Kippmoment". Alsdann nennt man den Wert des Bruches mit dem Moment der widerstehenden Kräfte als Zähler und dem Moment der angreifenden Kräfte als Nenner, beide Momente bezogen auf die Kippkante A, die Kippsicherheit n. Diese Sicherheit ist aber nur eine scheinbare. Sie würde dann vorhanden sein, wenn die Festigkeit des Baustoffes eine unbegrenzt große wäre. Da dies für unsere Baustoffe auch noch nicht einmal annähernd der Fall ist, so ist die tatsächlich vorhandene Sicherheit n_0 kleiner. Für einige der gebräuchlichsten Querschnitte sind die einschlägigen Verhältnisse nachstehend untersucht.

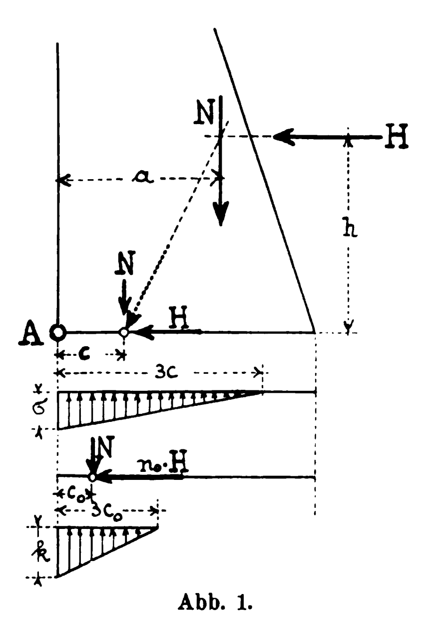


Abb. 1.

Rechteckquerschnitt. (Abb. 1.)

Für diesen muß bei n-facher Kippsicherheit sein

$$N \cdot a = n H \cdot h, \text{ woraus } H = \frac{N \cdot a}{n \cdot h}.$$

Weiter ist $M_A = N \cdot a - H \cdot h = N \cdot a \frac{n-1}{n}$. Der Abstand c der Mittelkraft R aus N und H von der Kippkante A wird nun

$$1) \qquad c = \frac{M_A}{N} = \frac{N \cdot a}{N} \cdot \frac{n-1}{n} = a \frac{n-1}{n}.$$

Bei Annahme nur druckfesten Materials und eines Angriffes der Mittelkraft R außerhalb des Kernes, wie er für vorliegende Betrachtung allein in Frage kommt, sodann unter Voraussetzung geradliniger Spannungsverteilung erhält man für eine Mauerbreite $b = 1$

$$2) \qquad N = \frac{3}{2} \sigma \cdot c = \frac{3}{2} \sigma \cdot \frac{n-1}{n} a.$$

Die Spannung σ ist der zulässige Wert der Kantenpressung für die Gebrauchsbelastung.

Für die Bruchbelastung mit k als Bruchfestigkeit und $n_0 \cdot H$ als tatsächlicher Steigerung der Angriffsbelastung H erhält man wie vorhin

$$M_A = N \cdot a - n_0 H \cdot h = N \cdot a - n_0 \left(\frac{N \cdot a}{n \cdot h}\right) h =$$
$$= N \cdot a \cdot \frac{n - n_0}{n},$$

sodann den Abstand c_0 vom Rande

3) $$c_0 = \frac{M}{N} = a \, \frac{n - n_0}{n}.$$

Wird dieser Wert von c_0 in $N = \frac{3}{2} c_0 k$ eingesetzt, so folgt

4) $$N = \frac{3}{2} \, k a \, \frac{n - n_0}{n}.$$

Aus der Gleichsetzung der beiden Beziehungen 2) und 4) erhält man $\sigma \, \frac{n-1}{n} = k \, \frac{n - n_0}{n}$, woraus endlich mit der Materialsicherheit $s = \frac{k}{\sigma}$

5) $$n_0 = \frac{n\,(s-1)+1}{s}.$$

Die Formel 5) gibt die Sicherheit n_0 an, die tatsächlich vorhanden ist bei einer Kippsicherheit n und der Sicherheitszahl s für reine Druckfestigkeit. Die Wirkung der Schubkraft H wird getrennt betrachtet.

Bei einer Angriffskraft H der Gebrauchsbelastung und einem wirksamen Querschnitt $F = 3 \cdot c \cdot b$ wird für den hier angestellten Vergleich genau genug die zulässige Schubspannung $\tau = \frac{H}{F}$, woraus $H = \tau \cdot 3 c \cdot b$.

Ebenso erhält man für den Bruchzustand mit einer dann auftretenden Kraft $n_0 \cdot H$, einem wirksamen Querschnitt $F_0 = 3 \cdot c_0 \cdot b$ und bei einer Scherfestigkeit $t = s \cdot \tau = \frac{n_0 H}{F_0}$, woraus wieder $H = \frac{\tau \cdot s \cdot 3 \cdot c_0 \cdot b}{n_0}$.

Setzt man die so erhaltenen Ausdrücke für H einander gleich, so folgt, nachdem noch für c und c_0 die Werte aus Gl. 1) und 3) eingeführt sind,

6) $$n_0 = \frac{s \cdot n}{n - 1 + s}.$$

Bei einer Kippsicherheit n und einer Sicherheitszahl s für reine Scherfestigkeit gibt Formel 6) die tatsächlich vorhandene Bruchsicherheit gegen Schub an. Nun kommt im vorliegenden Falle nicht nur die Festigkeitseigenschaft gegen Abscheren allein in Frage, es tritt hinzu die Reibung in der Fuge, hervorgerufen durch die Auflast. Für die Bodenfuge ist letztere allein maßgebend. Der Wert $\frac{n_0 H}{N}$ darf hier den Reibungsbeiwert nicht überschreiten. In den oberen Querschnitten kommt zu der Reibung noch der Widerstand des Materials gegen Abscheren, auf den man im allgemeinen zugunsten der Sicherheit verzichtet. Mit Rücksicht auf die Unsicherheit der Rechnungsgrundlagen ist davon Abstand genommen, die aus Achs- und Schubspannung sich ergebende Hauptspannung als Maßstab der Sicherheit anzusehen und die Untersuchung auf dieser Grundlage durchzuführen.

Für verschiedene Kippsicherheiten n und verschieden groß angenommene Sicherheitszahlen s sind in nachstehender Zusammenstellung, und zwar für Achs- und Schubspannungen getrennt, die tatsächlich vorhandenen Sicherheitswerte n_0 ermittelt.

	Druck				Schub				
	$n = 3$	$n = 2{,}5$	$n = 2{,}0$	$n = 1{,}5$	$n = 3$	$n = 2{,}5$	$n = 2{,}0$	$n = 1{,}5$	
$s = 10$	$n_0 = 2{,}8$	$n_0 = 2{,}35$	$n_0 = 1{,}90$	$n_0 = 1{,}45$	$n_0 = 2{,}5$	$n_0 = 2{,}17$	$n_0 = 1{,}82$	$n_0 = 1{,}43$	$s = 10$
$= 8$	$= 2{,}75$	$= 2{,}31$	$= 1{,}87$	$= 1{,}44$	$= 2{,}4$	$= 2{,}10$	$= 1{,}78$	$= 1{,}41$	8
$= 5$	2,60	2,20	1,80	1,40	2,15	1,93	1,66	1,36	5
$= 3$	$= 2{,}34$	2,0	1,67	1,33	1,80	1,66	1,50	1,29	3
$= 2$	2,0	1,75	1,50	1,25	1,50	1,43	1,33	1,20	2

Dreieckquerschnitt mit gedrückter Spitze. (Abb. 2.)

Damit Gleichgewicht vorhanden, müssen die beiden Bedingungen erfüllt sein: Summe der inneren Spannungen

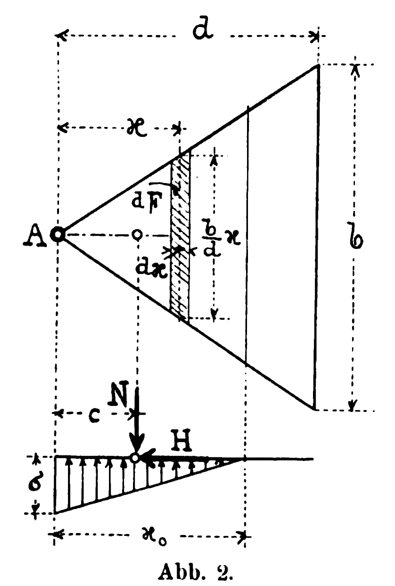


Abb. 2.

gleich der äußeren Angriffskraft, also $\Sigma \sigma = N$; sodann muß die Kraft N mit der Mittelkraft der Spannungen zusammenfallen, $\Sigma \sigma \cdot x = N \cdot c$.

Mit den Bezeichnungen der Abb. 2 erhält man durch Integration aus $N = \int_0^{x_0} \frac{b}{d} \, x \cdot dx \cdot \frac{\sigma}{x_0} \, (x_0 - x)$

7) $$N = \frac{b \cdot \sigma}{6 \cdot d} \, x_0^2,$$

sodann aus $N \cdot c = \int_0^{x_0} \frac{b}{d} \, x^2 \cdot dx \cdot \frac{\sigma}{x_0} \, (x_0 - x)$

8) $$N \cdot c = \frac{b \cdot \sigma}{12\, d} \, x_0^3.$$

Teilt man Gl. 8) durch Gl. 7), so folgt

9) $c = \frac{x_0}{2}$ oder $x_0 = 2c$; für $x_0 = d$ wird $c = \frac{d}{2}$.

Den Wert $x_0 = 2c$ in Gl. 7) eingesetzt, gibt zur Berechnung der Kantenpressung aus den äußeren Kräften die Beziehung

10) $$\sigma = \frac{3 N \cdot d}{2 \cdot b \cdot c^2}.$$

Sei wieder wie früher c der Abstand der Kraft N von der Kippkante A bei der Gebrauchsbelastung, c_0 der entsprechende Abstand bei der Bruchbelastung mit der auf $n_0 \cdot H$ gesteigerten Angriffskraft, so erhält man nach Einführung der schon früher abgeleiteten, auch hier gültigen Beziehungen 1) und 3)

$c = \frac{n-1}{n} \, a$ für $\sigma = \sigma$ und $c_0 = \frac{n - n_0}{n} \, a$ für $\sigma = k$,

und mit der Bezeichnung $\sigma \cdot s = k$ aus Gl. 7) und 9)

$$N = \frac{b \cdot \sigma}{6d} 4c^2 = \frac{b \cdot \sigma \cdot s}{6d} 4c_0^2$$

$s(n - n_0)^2 = (n-1)^2$, woraus endlich

11) $$n_0 = n - \frac{n-1}{\sqrt{s}}.$$

Gl. 11) gilt für reine Druckbeanspruchung.

Für Schub ermittelt man wie früher

$$H = \tau F = \frac{s \cdot \tau}{n_0} F_0, \text{ woraus } \frac{F}{F_0} = \frac{s}{n_0}.$$

Andererseits verhält sich $F : F_0 = c^2 : c_0^2$.

Nach Einführung der Werte für c und c_0 aus Gl. 1) und 3) folgt $\frac{n_0}{s}(n-1)^2 = (n-n_0)^2$, woraus endlich

12) $$n_0 = \frac{1}{2s}\left[(n-1)^2 + 2ns - \sqrt{(n-1)^4 + 4sn(n-1)^2}\right].$$

Für Druck und Schub getrennt sind nun wieder die tatsächlichen Sicherheiten n_0, die den verschiedenen Kippsicherheiten n bei verschiedener Materialsicherheit s entsprechen, nach Formel 11) und 12) ermittelt und in nachstehender Zusammenstellung niedergeschrieben.

	Druck			Schub			
	$n = 3$	$n = 2$	$n = 1,5$	$n = 3$	$n = 2$	$n = 1,5$	
$s = 10$	$n_0 = 2,37$	$n_0 = 1,68$	$n_0 = 1,34$	$n_0 = 2,1$	$n_0 = 1,60$	$n_0 = 1,32$	$s = 10$
$= 5$	$= 2,1$	1,55	1,28	$= 1,8$	1,46	1,25	$= 5$
$= 2$	$= 1,59$	1,29	1,15	$= 1,35$	1,23	1,13	$= 2$

Dreieckquerschnitt mit gedrückter Grundlinie. (Abb. 3.)

Mit den Bezeichnungen der Abb. 3 folgt aus der ersten Bedingung: Summe der inneren Spannungen gleich der äußeren Angriffskraft

$$N = \int_0^{x_0} \frac{b}{d}(d-x)\,dx \frac{\sigma}{x_0}(x_0 - x),$$

und nach Ausführung der Integration

13) $$N = b\sigma\left(\frac{x_0}{2} - \frac{x_0^2}{6d}\right);$$

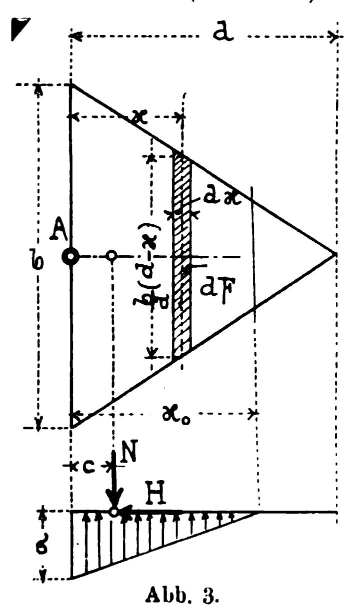


Abb. 3.

aus der zweiten Bedingung, daß die Kraft N mit der Mittelkraft der Spannungen zusammenfalle,

$$N \cdot c = \int_0^{x_0} \frac{b}{d}(d-x)\,x\,dx \frac{\sigma}{x_0}(x_0 - x),$$

und nach erfolgter Auswertung

14) $$N \cdot c = b\sigma\left(\frac{x_0^2}{6} - \frac{x_0^3}{12d}\right).$$

Der Bruch $N \cdot c : N$ gibt

15) $$c = \frac{2dx_0 - x_0^2}{6d - 2x_0}, \text{ woraus}$$

$$\begin{cases} x_0 = c + d - \sqrt{c^2 + d^2 - 4cd} \\ x_0^2 = 2\left[c^2 + d^2 - c \cdot d - (c+d)\sqrt{c^2 + d^2 - 4cd}\right]. \end{cases}$$

Zur Berechnung der Kantenpressung liefert Gl. 13)

16) $$\sigma = \frac{6N \cdot d}{b(3x_0 d - x_0^2)},$$

worin die Werte für x_0 und x_0^2 nach vorheriger Berechnung mit Hilfe von Gl. 15) einzuführen sind.

Den besonderen Zustand, daß die Spannungen sich über den ganzen Querschnitt verteilen und in der Dreieckspitze gerade den Wert Null besitzen, erhält man mit Gl. 15) für $x_0 = d$ aus der Bedingung

17) $$c = \sqrt{c^2 + d^2 - 4cd} \text{ zu } c = \frac{d}{4}.$$

Die Gl. 13) liefert für den Gebrauchszustand $\sigma = \sigma$ und für die Bruchbelastung $s \cdot \sigma = k$ mit Benutzung der Werte von x_0 und x_0^2 aus Gl. 15) die Beziehung

$$d^2 - 2c^2 + 5cd + (2c - d)\sqrt{c^2 + d^2 - 4cd} =$$
$$= s\left[d^2 - 2c_0^2 + 5c_0 d + (2c_0 - d)\sqrt{c_0^2 + d^2 - 4c_0 d}\right].$$

Führt man wieder die Ausdrücke der Gl. 1) und 3) ein

$$c = \frac{n-1}{n} a \text{ und } c_0 = \frac{n - n_0}{n} a,$$

setzt ferner $d = \varepsilon a$, wo ε nacheinander verschiedene Werte annehmen kann, so erhält man folgende Gleichung vierten Grades in n_0

18) $$\varepsilon^2 - \left(\frac{n-1}{n}\right)^2 \cdot 2 + 5\varepsilon \cdot \frac{n-1}{n} + \left(2\frac{n-1}{n} - \varepsilon\right)\sqrt{\left(\frac{n-1}{n}\right)^2 + \varepsilon^2 - 4\varepsilon\frac{n-1}{n}} =$$
$$= s\left[\varepsilon^2 - \left(\frac{n-n_0}{n}\right)^2 \cdot 2 + 5\varepsilon\frac{n-n_0}{n} + \left(2\frac{n-n_0}{n} - \varepsilon\right)\sqrt{\left(\frac{n-n_0}{n}\right)^2 + \varepsilon^2 - 4\varepsilon\frac{n-n_0}{n}}\right].$$

Anstatt nun für verschiedene Annahmen von n, s und ε jedesmal die Gleichung vierten Grades aufzulösen, um n_0 direkt zu erhalten, verfährt man zweckmäßiger, wenn man umgekehrt n, n_0 und ε annimmt und das zugehörige s berechnet. Man braucht dann nur mit Gleichungen ersten Grades zu arbeiten. Die unten folgende Zusammenstellung der zueinander gehörigen Sicherheiten ist auf diese Weise ermittelt, und zwar für den hier wichtigsten Fall $\varepsilon = 3$ oder $a = \frac{d}{3}$.

Abb. 4.

Für Schub gilt wie früher $\frac{F}{F_0} = \frac{s}{n_0}$; die Flächen F und F_0 ermitteln sich (vgl. Abb. 4) zu

$$F = \frac{b}{2d}(2dx - x^2) \text{ und } F_0 = \frac{b}{2d}(2dx_0 - x_0^2),$$

woraus mit den Werten von x und x^2 aus Gl. 15) wird

$$F:F_0 = c\left(-c + 2d + \sqrt{c^2 + d^2 - 4cd}\right) : c_0\left(-c_0 + 2d + \sqrt{c_0^2 + d^2 - 4c_0 d}\right).$$

Werden die beiden Brüche $F:F_0$ einander gleich gesetzt, so bekommt man folgende Gleichung vierten Grades in n_0

$$19)\quad (n-1)\left[-\frac{n-1}{n} + 2\varepsilon + \sqrt{\varepsilon^2 + \left(\frac{n-1}{n}\right)^2 + 4\varepsilon\frac{n-1}{n}}\right] = \frac{s(n-n_0)}{n_0}\left[-\frac{n-n_0}{n} + 2\varepsilon + \sqrt{\varepsilon^2 + \left(\frac{n-n_0}{n}\right)^2 - 4\varepsilon\frac{n-n_0}{n}}\right].$$

Wie für Druck ist auch für Schub nur der Fall $a = d/3$ in der nachstehenden Zahlentabelle berücksichtigt. Zwischen den angenommenen Zahlen liegende Werte lassen sich genau genug interpolieren.

Druck						Schub					
$n = 3$		$n = 2{,}0$		$n = 1{,}5$		$n = 3$		$n = 2{,}0$		$n = 1{,}5$	
$n_0 = 2{,}5$	$s = 3{,}7$	$n_0 = 1{,}8$	$s = 4{,}6$	$n_0 = 1{,}4$	$s = 4{,}8$	$n_0 = 2{,}5$	$s = 7{,}7$	$n_0 = 1{,}8$	$s = 7{,}6$	$n_0 = 1{,}4$	$s = 6{,}3$
$n_0 = 2{,}0$	$s = 1{,}9$	$n_0 = 1{,}5$	$s = 1{,}9$	$n_0 = 1{,}3$	$s = 2{,}4$	$n_0 = 2{,}0$	$s = 3{,}3$	$n_0 = 1{,}5$	$s = 2{,}7$	$n_0 = 1{,}3$	$s = 3{,}0$
$n_0 = 1{,}5$	$s = 1{,}3$	$n_0 = 1{,}3$	$s = 1{,}4$	$n_0 = 1{,}2$	$s = 1{,}6$	$n_0 = 1{,}5$	$s = 1{,}8$	$n_0 = 1{,}3$	$s = 1{,}75$	$n_0 = 1{,}2$	$s = 1{,}9$

Kreisringquerschnitt. (Abb. 5 und 7.)

Für die Nutzbelastung, bei der die neutrale Achse zwar über die Schornsteinachse hinausrücken, aber die Hohlkreisfläche nicht verlassen soll, erhält man nach der

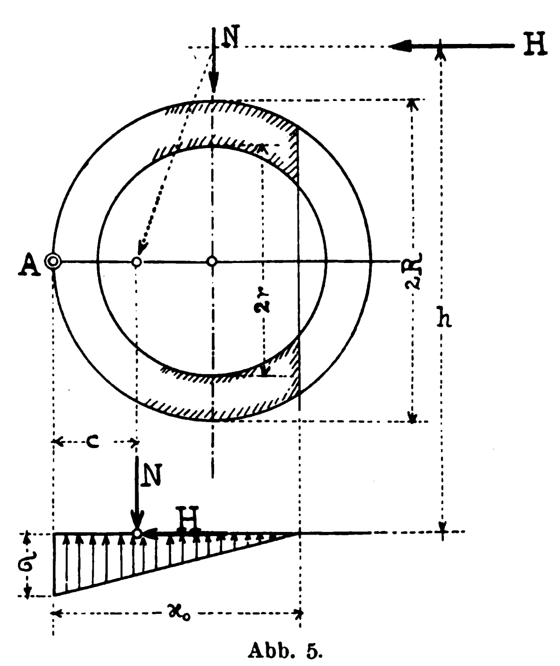


Abb. 5.

Jäckerschen Formel*) sehr gute Näherungswerte zur Ermittelung der größten Druckspannung (Abb. 5) aus

$$\sigma = \sigma' + \sigma''\left(\frac{R - c - \varkappa_1}{\varkappa_2 - \varkappa_1}\right)^2, \text{ worin } \sigma' = \frac{N}{F}\left(1 + \frac{R - c}{\varkappa_1}\right),$$

$$\sigma'' = \frac{N}{F}\left(1 - \frac{R - c}{\varkappa_1}\right).$$

Außer den Bezeichnungen mit der früheren Bedeutung sind in vorstehender Formel

$\varkappa_1$ die kleinste Kernweite mit dem Werte $0{,}25\,R\left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right)$,

$\varkappa_2$ die zweite Kernweite $\frac{3\pi}{16}\cdot\frac{R^4 - r^4}{R^3 - r^3}$, genau genug $\varkappa_2 = 0{,}47\cdot R - 0{,}29\,r$,

F die ganze Kreisringfläche $= \pi(R^2 - r^2)$;

für einige Verhältniswerte $r:R$ ermitteln sich deren Zahlenwerte zu

$r:R =$	0,50	0,75	0,90
$\varkappa_1 = R\cdot$	0,312	0,392	0,452
$\varkappa_2 = R\cdot$	0,615	0,690	0,731
$\left(\frac{1}{\varkappa_2 - \varkappa_1}\right)^2 = \frac{1}{R^2}\cdot$	10,9	11,2	12,8
$F = R^2\cdot$	2,36	1,38	0,60

Nach Einführung der Ausdrücke für σ' und σ'' nimmt die Jäckersche Formel folgende Gestalt an

$$20)\quad \sigma = \frac{N}{F\cdot\varkappa_1}\left[\varkappa_1 + R - c - (R - c - \varkappa_1)^3\left(\frac{1}{\varkappa_2 - \varkappa_1}\right)^2\right].$$

Bei der Bruchbelastung ist es zulässig, den unter Druck stehenden Querschnittsteil (Abb. 7) hinreichend genau als Parabel zu betrachten. Nach Abb. 6 besteht die geometrische Beziehung $\left(\frac{b}{2}\right)^2 = (2R - x)\,x$, für unseren Zweck genau genug $b = \sqrt{8R\cdot x}$.

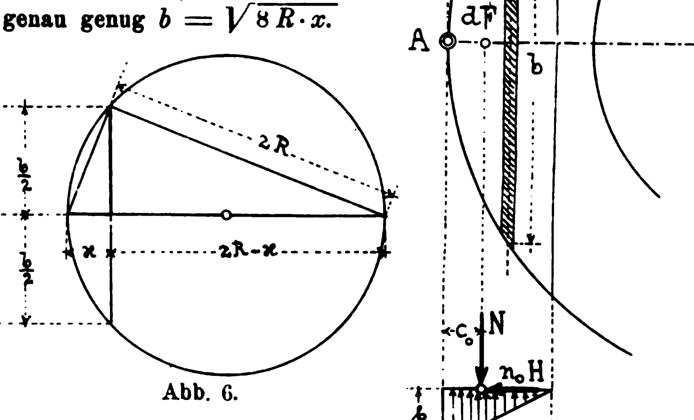


Abb. 6.

Abb. 7.

Entsprechend der ersten Bedingung $\Sigma\sigma = N$ erhält man

$$21)\quad N = \int_0^{x_0}\sqrt{8R\cdot x}\cdot dx\cdot\frac{\sigma}{x_0}(x_0 - x) = \frac{4}{15}\sigma\sqrt{8R\cdot x}\cdot\sqrt{x}$$

und gemäß der zweiten Bedingung für das Gleichgewicht zwischen äußeren und inneren Kräften $\Sigma\sigma\cdot x = N\cdot c_0$

$$22)\quad c_0\cdot N = \int_0^{x_0}\sqrt{8R\cdot x}\cdot x\,dx\,\frac{\sigma}{x_0}(x_0 - x) = \frac{4}{35}\sigma\sqrt{8R}\cdot x^2\sqrt{x}.$$

*) S. O. Jäcker, Schornsteinstabilität, in der „Zeitschrift für Dampfkessel und Maschinenbetrieb" 1901.

Aus $N \cdot c : N$ ergibt sich alsdann

$$23)\qquad c_0 = \frac{15}{35}\,x_0 \text{ oder } x_0 = \frac{35}{15}\,c_0.$$

Mit Benutzung vorstehenden Wertes von x_0 liefert Gl. 21) zur Berechnung der Kantenpressung (Bruchspannung) aus den äußeren Kräften zunächst

$$24)\qquad k = s \cdot \sigma = \frac{15}{4}\,\frac{N}{\sqrt{8R}\,\sqrt{\left(\frac{35}{15}\right)^3}\,\sqrt{c_0^3}} =$$

$$= 0{,}372\,\frac{N}{\sqrt{R \cdot c_0^3}}.$$

Sodann erhält man durch Gleichsetzung der aus den Gl. 20) und 24) sich ergebenden Werte von σ und nach Einführung von

$$c = \frac{n-1}{n}\,R \text{ und } c_0 = \frac{n-n_0}{n}\,R$$

gemäß Gl. 1) und 3) folgende Gleichung dritten Grades in n_0

$$25)\qquad \frac{1}{F \cdot \varkappa_1}\left[\varkappa_1 + 1 - \frac{n-1}{n} - \left(1 - \frac{n-1}{n} - \varkappa_1\right)^3 \left(\frac{1}{\varkappa_2 - \varkappa_1}\right)^2\right] =$$

$$= \frac{1}{s} \cdot \frac{0{,}372}{\sqrt{\left(\frac{n-n_0}{n}\right)^3}}.$$

Wie früher wird auch hier n_0 nicht direkt ausgerechnet, sondern auf dem Umwege der Ermittelung von s bei Annahme von n, n_0 und verschiedener Verhältniswerte $r : R$.

Benutzt man die **Hüppner**sche Formel*) zur Ermittelung der größten Druckspannung

$$\sigma = \frac{2N}{F} \cdot \frac{R - \varkappa_1}{c},$$

dann erhält man nach dem vorstehend wiederholt angewandten Verfahren

$$25\,a)\qquad n_0 = \frac{n\,(s-1)+1}{s},$$

also den gleichen Wert wie beim Rechteckquerschnitt. Formel 25a) gibt zu hohe Sicherheiten an, wird also in allen **den** Fällen, wo es sich um schärfere Rechnungen handelt, nicht zu benutzen sein. Um nicht von vornherein zu trügerischen Schlüssen zu kommen, ist sie am besten vom Gebrauch ganz auszuschließen und Gl. 25) ausschließlich zu verwenden.

Die tatsächlich vorhandene Sicherheit n_0 des Kreisringquerschnittes liegt, wie der Vergleich der Zahlentabellen zeigt, in der Regel zwischen den Sicherheiten n_0 des Rechteckquerschnittes und denen des Dreieckquerschnittes mit gedrückter Spitze.

Beim Schub gilt wie früher zunächst

$$F : F_0 = s : n_0.$$

Für den Zustand der **Nutzbelastung** kann nach Hüppner als Abstand der neutralen Faser vom Rande gesetzt werden

$$x = \frac{2c \cdot R}{R - \varkappa_1} = \varepsilon_2\, c.$$

*) Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1898, S. 298.

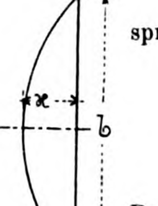


Abb. 8.

Für verschiedene $r : R$ betragen die entsprechenden Werte ε_2.

$r : R$	0,50	0,75	0,9
$\varepsilon_2 =$	2,90	3,34	3,64

Würde die wirksame Scherfläche eine Parabelfläche von der Sehne b und der Höhe x sein, so würde ihr Flächeninhalt F betragen (Abb. 8)

$$F = \frac{2}{3}\,x \cdot 2\,\sqrt{x\,(2R - x)}.$$

Diese Annahme trifft nun für die Gebrauchsbelastung nicht zu. Sie liefert zu große Flächen. Fällt die Sehne mit einem Durchmesser zusammen, dann würde die als Vollparabel angenommene Scherfläche geben $\frac{4}{3}\,R^2 = 1{,}33\,R^2$. Genau beträgt nun die halbe Ringfläche $1{,}57\,(R^2 - r^2)$ mit den Sonderwerten

$r : R =$	0,50	0,75	0,90
$F = R^2 \cdot$	1,18	0,69	0,30
$\varepsilon_1 =$	0,89	0,52	0,225

Die nach der Parabel ermittelten Flächen müßten daher mit den vorstehend angegebenen Werten ε_1 vervielfacht werden, um für die Untersuchung verwendet werden zu können. Genau genommen gelten die Werte ε_1 nur dann, wenn die neutrale Achse mit dem Kreisdurchmesser zusammenfällt. Sie können aber mit hinreichender Annäherung auch für andere Lagen der Nullinie als gültig angesehen werden. Alsdann kann man die wirksame Scherfläche hinschreiben

$$F = \frac{4}{3}\,\varepsilon_1 \cdot c\,\varepsilon_2\,\sqrt{(2 \cdot R - c \cdot \varepsilon_2)\,c\,\varepsilon_2}.$$

Für die **Bruchbelastung** ist in Gl. 23) ermittelt $x_0 = \frac{35}{15}\,c_0 = 2{,}34\,c_0$; die wirksame Scherfläche wird hiermit $F_0 = \frac{4}{3}\,2{,}34\,c_0\,\sqrt{(2R - 2{,}34\,c_0)\,2{,}34\,c_0}$.

Werden die beiden Verhältniswerte $F : F_0$ einander gleichgesetzt, dann bekommt man

$$\frac{4}{3}\,\varepsilon_1 \cdot c\,\varepsilon_2\,\sqrt{(2R - c\,\varepsilon_2)\,c\,\varepsilon_2} =$$

$$= \frac{s}{n_0}\,\frac{4}{3}\,2{,}34\,c_0\,\sqrt{(2R - 2{,}34\,c_0)\,2{,}34\,c_0}.$$

Führt man weiter noch

$$c = \frac{n-1}{n}\,R \text{ und } c_0 = \frac{n-n_0}{n}\,R$$

ein, so folgt endlich die Bestimmungsgleichung für n_0

$$26)\qquad \varepsilon_1\,\frac{n-1}{n}\,\varepsilon_2\,\sqrt{\left(2 - \frac{n-1}{n}\,\varepsilon_2\right)\frac{n-1}{n}\,\varepsilon_2} =$$

$$= \frac{s}{n_0} \cdot \frac{n-n_0}{n} \cdot 2{,}34\,\sqrt{\left(2 - 2{,}34\,\frac{n-n_0}{n}\right)2{,}34\,\frac{n-n_0}{n}},$$

die wie früher zweckmäßig nach s aufgelöst wird. Für einige Annahmen von n, n_0 und $r : R$ ist die Rechnung sowohl für Druck wie für Schub durchgeführt und die Ergebnisse in nachstehender Tabelle niedergeschrieben.

Druck								Schub							
$n = 2$				$n = 1{,}5$				$n = 2$				$n = 1{,}5$			
$r : R =$	0,5	0,75	0,9		0,5	0,75	0,9		0,5	0,75	0,9		0,5	0,75	0,9
$n_0 = 1{,}8$	$s = 11{,}8$	$s = 7{,}2$	$s = 3{,}4$	$n_0 = 1{,}4$	$s = 32$	$s = 14{,}2$	$s = 5{,}8$	$n_0 = 1{,}8$	$s = 14$	$s = 7{,}7$	$s = 2{,}8$	$n_0 = 1{,}4$	$s = 14$	$s = 9{,}4$	$s = 4{,}4$
$n_0 = 1{,}6$	4,1	2,6	1,2	$= 1{,}3$	$= 11{,}3$	5,1	2,1	$= 1{,}6$	5,1	2,8	1,2	$= 1{,}3$	4,95	3,3	1,6
$n_0 = 1{,}4$	2,3	1,4		$= 1{,}2$	$= 6{,}1$	2,7	1,1	$= 1{,}4$	2,45	1,4		$= 1{,}2$	2,6	1,75	

Die Beziehungen zwischen n und n_0, bei denen sich die Materialsicherheiten s der Zahl 1 nähern, werden schon unsicher. Die Bedingungen, unter denen die Jäckersche Formel aufgestellt ist, treffen dann nicht mehr zu. Praktisch ist dies ohne Bedeutung, da allgemein unter der Gebrauchsbelastung mit größeren Ziffern von s gearbeitet wird.

Eingespannter Träger. (Abb. 9.)

Die oberhalb der Einspannstelle vorhandene Auflast zusammen mit dem Gewicht eines etwaigen angehängten Mauerklotzes sei die Kraft N, wirkend im Abstand a von

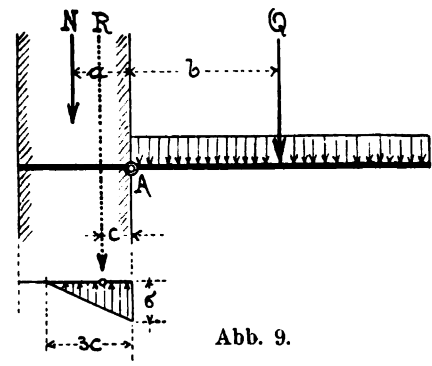


Abb. 9.

der Kippkante A; die Gebrauchsbelastung (Nutzlast + Eigengewicht) der Konsole ab Mauerkante sei Q, in der Entfernung b von A. Die Kräfte N und Q vereinigen zu einer Mittelkraft R. Letztere muß stets innerhalb des Mauerquerschnittes bleiben. Ihr Abstand von A sei c. Gegen Kippen sei $n$fache Sicherheit vorhanden, d. h. die Last Q kann auf das $n$fache gesteigert werden, bis die Kraft R gerade durch die Kippkante A geht, also

$$N \cdot a = (n\,Q) \cdot b, \text{ woraus } Q = \frac{a}{n\,b}\,N.$$

Für den **Gebrauchszustand** ist das Moment sämtlicher Kräfte, bezogen auf A,

$$M_A = N \cdot a - Q \cdot b = (N + Q) \cdot c$$

$$N\left(a - \frac{a\,b}{n\,b}\right) = N\left(1 + \frac{a}{n\,b}\right) \cdot c, \text{ woraus}$$

$$27) \qquad c = \frac{n-1}{n\,b + a}\,a\,b.$$

Die Kantenpressung σ beträgt beim Rechteckquerschnitt (vgl. Abb. 9) mit Benutzung von Gl. 27)

$$28) \qquad \sigma = 2\,\frac{N+Q}{3\,c} = \frac{2\,N}{3} \cdot \frac{(n\,b + a)^2}{n\,a\,b^2\,(n-1)}.$$

Für den **Bruchzustand** mit einer auf $n_0\,Q$ gesteigerten Konsolbelastung wird genau so

$$M_A = N \cdot a - (n_0\,Q) \cdot b = (N + n_0\,Q)\,c_0;$$

c_0 = Abstand der Mittelkraft $R_0 = (N, n_0\,Q)$ von A

$$N\left(a - \frac{n_0\,a\,b}{n\,b}\right) = N\left(1 + \frac{n_0\,a}{n\,b}\right) c_0, \text{ woraus wieder}$$

$$29) \qquad c_0 = \frac{n - n_0}{n\,b + n_0\,a}\,a\,b.$$

Die Bruchspannung k am Rande wird mit

$$c_0 = \frac{n - n_0}{n\,b + n_0\,a}\,a\,b$$

aus Gl. 29)

$$30) \qquad k = s \cdot \sigma = 2\,\frac{N + n_0\,Q}{3\,c_0} = \frac{2\,N}{3} \cdot \frac{(n\,b + n_0\,a)^2}{n\,a\,b^2\,(n - n_0)}.$$

Setzt man die beiden Spannungen σ aus den Gl. 28) und 30) einander gleich, so folgt mit $\frac{k}{\sigma} = s$ folgende Beziehung zur Bestimmung von n_0

$$31) \qquad \frac{(n\,b + a)^2}{n-1} = \frac{1}{s}\,\frac{(n\,b + n_0\,a)^2}{n - n_0},$$

oder nach n_0 aufgelöst

$$32) \qquad n_0 = -\frac{B}{2\,A} + \sqrt{\frac{C}{A} + \left(\frac{B}{2\,A}\right)^2},$$

worin die Bezeichnungsausdrücke A, B, C bedeuten

$$A = \frac{n-1}{s}\,a^2; \quad B = (n\,b + a)^2 + 2\,n\,a\,b\,\frac{n-1}{s};$$

$$C = n\,(n\,b + a)^2 - \frac{n-1}{s}\,n^2\,b^2.$$

Der einfacheren Rechnung wegen ist in nachstehender Zahlentafel nicht mit Gl. 32) gearbeitet, sondern es sind für verschiedene Annahmen von n, n_0 und $a:b$ die zugehörigen Materialsicherheiten s aus Gl. 31) ermittelt.

Ein Schub tritt bei vorliegender Konstruktion nicht auf.

$n = 2{,}5$				$n = 2{,}0$				$n = 1{,}5$			
$a:b = 0{,}75$		0,5	0,25	$a:b = 0{,}75$		0,50	0,25	$a:b = 0{,}75$		0,50	0,25
$n_0 = 2{,}25$	$s = 10{,}0$	$s = 8{,}7$	7,5	$n_0 = 1{,}8$	7,4	6,75	5,95	$n_0 = 1{,}4$	6,4	6,05	5,6
2,0	4,6	4,1	3,6	1,6	3,4	3,15	2,85	1,3	3,05	2,90	2,75
1,75	2,75	2,5	2,30	1,4	2,05	1,95	1,85	1,2	1,90	1,85	1,77
1,5	1,85	1,75	1,65	1,2	1,4	1,35	1,30	1,1	1,35	1,32	1,30

Die vorstehenden Untersuchungen legen den Zusammenhang zwischen der sogenannten Kippsicherheit, der Materialsicherheit und der tatsächlich vorhandenen Sicherheit klar. Sie lassen sich in sinngemäßer Weise nach Bedarf auch auf andere Querschnittsformen (z. B. Vollkreis, vgl. Formel 41, S. 40) ausdehnen. Sofern die Vornahme der Untersuchung keine zu großen rechnerischen Schwierigkeiten bietet, wird man sie in allgemeiner Weise durchführen, sonst aber von Fall zu Fall in der Weise arbeiten, daß man erst die Gebrauchsbelastung, sodann die Gefahrbelastung einführt und jede Rechnung getrennt durchführt. An den errechneten inneren Zuständen und Spannungen sieht man, ob sie überhaupt noch möglich oder zu gering sind, ob der Querschnitt genügt oder welche Aenderungen getroffen werden müssen. In vielen einfacheren Fällen kann man auch zuerst die äußersten Falles auftretbaren inneren Widerstände und Spannungen annehmen und daraus rückwärts die ihnen zugehörige Angriffskraft feststellen, welche nun den Sicherheitsansprüchen genügt oder nicht. Dieses Verfahren führt oft schneller zum Ziel als das direkte Verfahren.

Durch vorgesetzte oder rückwärtige Vorsprünge verstärkte Mauern (vgl. Abb. 10 und 11) pflegte man bisher meist so zu untersuchen, daß man von den Wänden denjenigen Teil der Angriffskräfte aufnehmen ließ, der dort gerade den Grenzwert der zulässigen Spannungen erreichte, während die Vorsprünge (Rippen) den Rest aufzunehmen hatten. Am Vorsprungrand soll natürlich die Kantenpressung

den zulässigen Wert auch nicht überschreiten. Nimmt man Wand und Vorsprung als einheitlich wirkenden Querschnitt an, so können am Rande der Wand und am Rande der Rippe nicht gleich große Werte zugleich auftreten. Bei wachsender Belastung werden die Pressungen am Rande der vor der Wand stehenden Verstärkung hier Verformungen hervorrufen, wodurch die rückwärtigen Fasern höher beansprucht werden und die vorderen Teile entlasten. Bis zu einem gewissen Grade hat also die übliche Berechnungsweise ihre Berechtigung. Die gemachte Voraussetzung, daß Wand und Vorsprung einheitlich wirken, ist in erster Linie abhängig von der Entfernung der Vorsprünge voneinander und der Wandstärke, sodann von den übrigen Abmessungen, auch von der Materialfestigkeit, im besonderen der Zugfestigkeit. Die einheitliche Wirkung von Wand und vorgesetztem Pfeiler muß unter allen Umständen gewährleistet sein, sowohl bei der Näherungsberechnung wie bei der nachstehenden Berechnungsweise. Bei Annahme geradliniger Spannungsverteilung

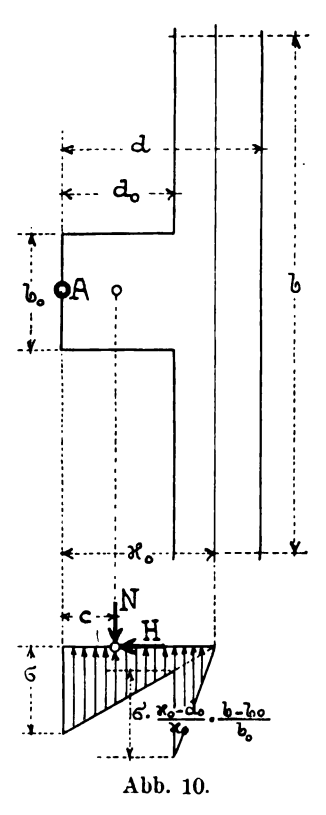


Abb. 10.

und (rechnungsmäßig!) klaffender Fuge sind die entsprechenden Formeln mit den Bezeichnungen der Abb. 10 und 11 abgeleitet. Das Ergebnis sei nachstehend wiedergegeben.

Mauer mit vorspringenden Rippen. (Abb. 10.)

Der Abstand der Nullinie x_0 von der Kippkante A errechnet sich bei gegebenem c am einfachsten durch Probieren aus folgender Gleichung dritten Grades in x_0

$$33)\quad c = \frac{1}{3} \cdot \frac{x_0^3 + (x_0 - d_0)^2\,(x_0 + 2\,d_0)\,\dfrac{b - b_0}{b_0}}{x_0^2 + (x_0 - d_0)^2\,\dfrac{b - b_0}{b_0}};$$

sodann erhält man die größte Kantenpressung σ mit dem eben errechneten Wert von x_0 aus

$$34)\quad \sigma = \frac{N \cdot 2\,x_0 \cdot b_0}{x_0^2 \cdot b_0 + (x_0 - d_0)^2\,(b - b_0)}.$$

Vorher muß man natürlich prüfen, ob die Nullinie überhaupt in die Wand fällt oder nur in den Vorsprung. Nach früherem ist dies sehr einfach auszuführen.

Mauer mit rückwärtigen Rippen. (Abb. 11.)

Die gleiche Prüfung, ob die neutrale Achse den Vorsprung überhaupt nicht schneidet, ist auch hier zunächst anzustellen. Alsdann erhält man x_0 aus

$$35)\quad c = \frac{1}{3} \cdot \frac{x_0^3 - (x_0 - d + d_0)^2 \cdot (x_0 + 2\,d - 2\,d_0)\,\dfrac{b - b_0}{b}}{x_0^2 - (x_0 - d + d_0)^2\,\dfrac{b - b_0}{b}}$$

und die Kantenpressung σ zu

$$36)\quad \sigma = \frac{N \cdot 2\,x_0 \cdot b}{x_0^2 \cdot b - (x_0 - d + d_0)^2\,(b - b_0)}.$$

Vorstehende für Mauern mit rückwärtigen Rippen abgeleitete Formeln lassen sich auch für Kamine von hohlquadratischem Querschnitt anwenden.

Die Festlegung der erforderlichen Kippsicherheit n aus der tatsächlichen Angriffsbelastung n_0 wird für derartige Querschnitte am besten in jedem Sonderfalle getrennt vorgenommen.

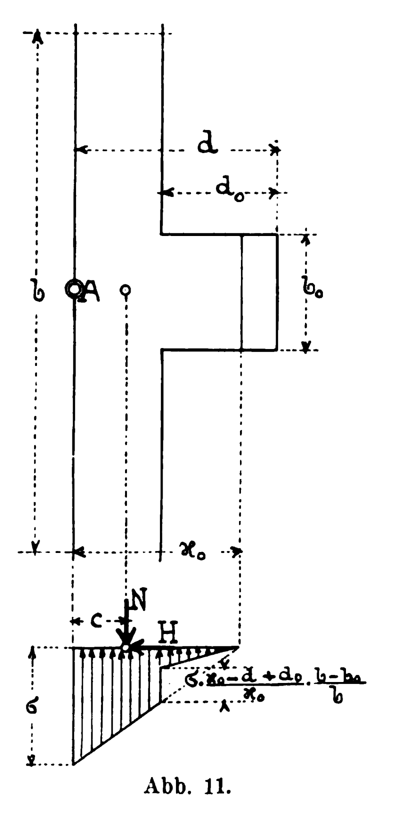


Abb. 11.

IV.

Wie die senkrechte, außerhalb der Achse angreifende Kraft N Achs(druck)spannungen erzeugt, ruft die wagerechte Angriffskraft H Schubspannungen hervor. Neben einer Zerstörung des Materials infolge Druck kann also auch eine Trennung des Bauwerkes durch Schub stattfinden, wobei der Teil oberhalb der betrachteten Fuge über den unteren hinweggleitet. Ein derartiger Vorgang soll natürlich vermieden werden. Man sagt, das Bauwerk habe eine $n$fache „Gleitsicherheit", wenn der sichtbare Beginn des Gleitens bei einer auf das $n$fache gesteigerten Angriffskraft H eintritt. Dem äußeren Angriff H wirken innere Widerstandskräfte entgegen. Bestehen diese lediglich in Eigenschaften des Baustoffes, der Scherfestigkeit, dann tritt die Trennung, die nicht immer eine vollständige Zerstörung des Bauwerkes zu sein braucht, schon bei einer kleineren Angriffskraft $n_0 \cdot H$ ein statt bei $n \cdot H$, welch letztere der $n$fachen Kippsicherheit entspricht. Dieser Fall der Trennung unter besonders einfachen Annahmen ist bereits im vorigen Abschnitt behandelt. In der überwiegenden Zahl der Fälle liegt jedoch die Sache anders, wesentlich günstiger. Fast

überall ist eine Auflast vorhanden, die in dem auf Trennung beanspruchten Querschnitt durch ihr Gewicht noch Reibung erzeugt. Letztere ist in der Regel so groß, daß man fast allgemein sich mit diesem Widerstand allein gegen Gleiten begnügt. Hiergegen ist um so weniger etwas einzuwenden, als die Scherfestigkeit in der Fuge des Ziegelmauerwerkes eine nicht leicht bestimmbare Größe ist. Sie ist abhängig von der Verschiedenartigkeit der Mörtelzusammensetzung, der Witterung während der Erhärtung, der Zeitdauer und vielen anderen Umständen mehr. Beton steht in dieser Beziehung schon günstiger, noch besser der Eisenbeton, dessen Scherfestigkeit allgemein in Anspruch genommen wird. Bei Ziegelmauerwerk und Beton pflegt man aus Sicherheitsgründen auf die Mitwirkung der Scherfestigkeit zu verzichten, zumal die Gleitgefahr gegenüber der Zerstörung durch Druck im allgemeinen eine untergeordnete Rolle spielt. Der Beiwert μ der Reibung in der betreffenden Fuge ist also maßgebend. Ist $n_0 H$ diejenige Angriffsbelastung, die die Trennung hervorzurufen imstande ist — sie muß gleich oder größer sein als die Bruchbelastung für Druck, damit eine Trennung auch zustande kommt —, dann muß die Bedingung erfüllt sein

$$\frac{H}{N} \leqq \frac{\mu}{n_0}.$$

Der Reibungsbeiwert μ darf für $n_0 H$ in der Grenze gerade erreicht werden. Wie für Druck darf auch für Schub die Belastung $n_0 H$ denjenigen Wert nicht unterschreiten, den die Gefahrbelastung verlangt. Wie man aus der Formel $\frac{n_0 H}{N} = \mu$ ersieht, steht der Steigerung der Angriffsbelastung keine Steigerung der die Reibung bedingenden widerstehenden Kräfte gegenüber, sofern man von den senkrechten Zusatzkräften absieht, hervorgerufen durch Reibung an den Berührungsstellen zwischen Wand und Angriffskräften. Hierauf wird später noch eingegangen werden.

Wenn der Notfall dies erfordert, kann bei der Bemessung des Sicherheitsgrades gegen Gleiten auch eine schärfere Rechnung angewendet werden. Ist man der Scherfestigkeit des Baustoffes ganz sicher, dann kann sie mit in Rechnung gestellt werden. Es sei F die wirksame Scherfläche bei der Gebrauchslast, F_0 bei der Bruchlast (Abb. 12), ferner die bis zur Bruchlast gesteigerte Angriffskraft gleich $n_0 H$. Alsdann berechnet man aus $\tau = \frac{H}{F}$ und der Scherfestigkeit t des Materials, wobei t bekannt oder anzunehmen oder zu schätzen ist, die vorhandene Materialsicherheit zu 3, 1,5, 0,6 . . . ., allgemein zu s. Wird nun die Last auf $n_0 H$ gesteigert (n_0 entspricht in diesem Falle der tatsächlichen Sicherheit n_0 für Druck), dann kann man mit Hilfe der Formeln 6), 12), 19), 26) die Sicherheitswerte n_0' bestimmen, die den vorhin errechneten Materialsicherheiten 3, 1,5, 0,6, allgemein s entsprechen. Wie die Werte s brauchen auch die Werte n_0' keine unechten Brüche zu sein. Den errechneten n_0' entsprechen wirkliche Kräfte H'. Der Rest $n_0 H - H'$ muß sodann von der Reibung aufgenommen werden, damit kein Fortschieben stattfindet.

F

F_0

Abb. 12.

Mit Rücksicht auf die bis zu einem gewissen Grade vorhandene Scherfestigkeit der Fuge kann im allgemeinen die Sicherheit gegen Gleiten etwas geringer angenommen werden als gegen Zerdrücken. Der Grad der Abminderung ist entweder wie vorstehend angegeben zu rechnen oder zu schätzen. Nur die Bodenfuge (Baugrundsohle) besitzt keine Scherfestigkeit; wenigstens kann man den Haftwert des Bodens am Mauerwerk praktisch ganz vernachlässigen. Andererseits ist hier die Gleitgefahr, von wenigen Ausnahmen abgesehen, von geringerer Bedeutung. Kleinere Verschiebungen haben im allgemeinen nicht viel zu sagen. Nach deren Eintritt treten meist weitere Gegenkräfte in dem ruhenden (passiven) Erddruck hinzu. Im einzelnen werden diese Umstände später noch näher besprochen werden.

Bei Kragkonstruktionen tritt ein Schub sehr selten auf.

V.

Die bisherigen Betrachtungen über Kippsicherheit, Druck- und Gleitsicherheit waren angestellt unter Voraussetzung nur druckfesten Materials, als welches man Mauerwerk aus Ziegeln, Bruchsteinen, Quadern . . ., auch aus Stampfbeton ansieht. Die mehr oder minder vorhandene Zugfestigkeit dieser Baustoffe wird vernachlässigt und regelmäßig mit (rechnungsmäßig!) klaffender Fuge gearbeitet.

Der Eisenbeton, bei dem die unzureichende Zugfestigkeit des Betons durch Einlage von Eisen ersetzt wird, ist als ein biegungsfester Baustoff anzusehen. Für Konstruktionen der hier betrachteten Art werden bei Ausführung in Eisenbeton die anzustellenden Betrachtungen verhältnismäßig einfach. Die bis zum Gefahrpunkt anwachsende Belastung ruft als den Querschnitt direkt in Anspruch nehmende Kräfte eine sich gleichbleibende Achskraft und ein wachsendes Moment hervor. Die Spannungen infolge der Achskraft sind fast immer so gering, daß sie für den Bruchzustand infolge ihres kleinen Anteiles direkt vernachlässigt werden können. Man kann also die Angriffsbelastung einfach dem Biegungsmoment proportional setzen; letzteres wächst stetig mit der Angriffslast. Mit einer zulässigen Spannung des Eisens $\sigma_e = 1000$ und des Betons $\sigma_b \geqq \frac{k}{3}$ kg/cm² kann die äußere Angriffsbelastung bereits auf das Dreifache anwachsen, ehe das Bauwerk zerstört wird. Die neben dem Moment auftretende Achs(druck)kraft entlastet sogar das Eisen, während sie den Beton allerdings stärker belastet. Der letztere Umstand fällt sehr wenig ins Gewicht. Zunächst ist, wie schon erwähnt, die Achskraft im allgemeinen im Verhältnis zum Moment klein. Sodann verlangen z. B. die preußischen Bestimmungen eine sechsfache Sicherheit der Probewürfel nach 28 Tagen. Nimmt man an, daß die Betonfestigkeit nach einem Jahre etwa das Anderthalbfache von der nach 28 Tagen beträgt, berücksichtigt man weiter, daß die Biegedruckfestigkeit die Würfelfestigkeit bedeutend übersteigt und hier nur mit 1,3 in Rechnung gestellt wird, so erhält man $6 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}3 =$ zwölffache Sicherheit im Beton, der nur etwa dreifache im Eisen gegenübersteht. Eine kleine Mehrbelastung des Betons hat also nicht das geringste zu sagen. Dagegen ist es empfehlenswert, die Entlastung der Eiseneinlage durch die Achsdruckkraft zu vernachlässigen, weil mit steigendem Moment zwar die Eisen stärker belastet werden, die entlastende Achskraft aber sich gleichbleibt. Sodann muß noch die gleiche (dreifache) Sicherheit gegen Abscheren und Herausreißen der Eisen aus dem Betonvorhanden sein, die bei geeigneter Ausbildung der Eisenbetonbalken auch immer vorhanden ist.

Bei Eisenbetonbauten ist also nach vorstehendem eine mindestens dreifache Steigerung der Angriffsbelastung bis zum Bruche möglich, so hoch, wie wohl in den seltensten Fällen von diesen Bauten verlangt wird.

Ueber die Gesichtspunkte, nach denen die zulässige Beanspruchung der einzelnen Baustoffe, die nachzuweisende Betonzugfestigkeit usw. geregelt wird, soll in den einzelnen Abschnitten getrennt gesprochen werden.

Was vom Eisenbeton im allgemeinen gesagt ist, gilt in gleicher Weise auch vom Eisen. Bei den üblichen Anstrengungszahlen kann die Angriffslast auch etwa auf das Dreifache gesteigert werden, ehe der Bruch eintritt. Im Gegensatz zum Beton ist für Druck keine höhere Sicherheit als für Zug vorhanden, eher das Gegenteil. Im besonderen werden bei zusammengesetzten Konstruktionen

die gedrückten Glieder gegen Knicken zu sichern sein; die „wirkliche" Knicksicherheit allein ist dann maßgebend. Auch wird zu prüfen sein, ob die Stabkräfte einzelner Glieder nicht stärker wachsen als die äußere Angriffsbelastung und andere Umstände mehr.

Für die Bodenfuge besteht zwischen Mauern aus Ziegelsteinen, Beton, Eisenbeton oder Eisen kein Unterschied. Damit die Mauer im Fundament standfest ist, muß Auflast vorhanden sein. Bei Eisen und Eisenbetonbauten wird sie aus billigem Füllstoff (Erde, schweren Steinen) bestehen; vielleicht käme in besonderen Fällen

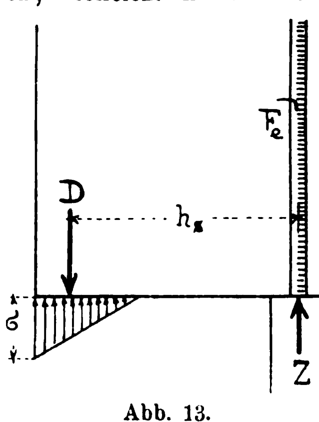


Abb. 13.

noch Wasserballast in Frage. Mauern aus Ziegelsteinen, Stampfbeton schaffen die Auflast meist schon durch ihr Eigengewicht, wozu noch die auf den Absätzen aufruhende Erde tritt.

Ein scheinbarer Ausnahmefall, der keine Auflast braucht, wäre der (vgl. Abb. 13), wenn die Kraft im Zuggurt durch ein angehängtes Gewicht (Mauerklotz, Felsenanker, Eisenbetonzugpfahl . . .) aufgenommen wird.

VI.

Der wundeste Punkt bei der Berechnung der Stützmauern dürfte wohl die Bestimmung der äußeren Angriffskräfte, des Erddrucks, sein. Unsere Kenntnis vom Wesen und der Wirkungsweise der im Innern eines Erdkörpers wirkenden Kräfte ist sehr gering. Nicht mit der Wirklichkeit übereinstimmend ist z. B. die geradlinige Zunahme der Drücke nach der Tiefe (Abb. 14a). Mehr zutreffend wird der Verlauf etwa nach einer Parabel sein (Abb. 14b). Daß der Erddruck mit zunehmender Tiefe einem Grenzwerte zustreben wird, ist ohne weiteres einleuchtend. Sodann ist die Erddrucktheorie, und zwar die ausschließlich benutzte Coulomb-Rebhannsche des

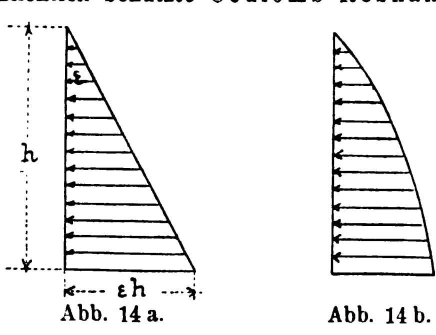


Abb. 14 a. Abb. 14 b.

Prismas vom größten Druck, aufgebaut auf einem Grenzzustand, der eintritt, wenn bei nachgebender Stützwand der abstürzende Erdkörper von der Hinterfüllungserde sich loslöst. Ueber den wichtigen Dauerzustand der Ruhe, den statischen Zustand, die dann auftretenden Erddruckkräfte und deren Richtung wissen wir nichts. Auch die angestellten Erddruckversuche haben sich nur mit dem wichtigsten Zustand, dem bei Rutschbeginn, beschäftigt. Aber nicht nur die Theorie hat ihre dunkeln Punkte. Noch größere Schwierigkeiten bieten die Bodenverhältnisse, deren Verschiedenartigkeit an sich schon groß ist und die sodann oft noch Aenderungen unterworfen sind, deren Ursachen wieder sehr verschieden sein können als Witterungseinflüsse, Untergrundbewegungen, Grundwasserstandsänderungen usw. Die größten und meisten Veränderungen der Bodenverhältnisse ruft das Wasser hervor. Mit zunehmender Durchfeuchtung wird der Erddruck wachsen; ganz unbestimmte Kräfte mit den unberechenbarsten Folgen kann das gefrorene und wieder auftauende Erdreich hervorrufen. Deshalb wird man eine gute und gründliche Entwässerung stets im Auge behalten.

Eine weitere Unsicherheit besteht darin, ob und in welcher Höhe die durch Reibung zwischen Boden und Wand hervorgerufenen Kräfte (vgl. Abb. 15), die aber auch erst bei Rutschbeginn auftreten können, einzuführen sind. Welche Richtung der Erddruck im Ruhezustand hat, darüber sind wir ganz im unklaren. Den Böschungswinkel des Bodens, wie dies vielfach getan wird, allgemein als Reibungswinkel einzuführen, ist unzulässig. Als Reibungsbeiwerte gelten etwa für Mauerwerk und trockenem harten Boden $\mu = 0{,}65$, für Mauerwerk und nassem Boden $\mu = 0{,}3$. Dem Wert 0,65 entspricht ein Reibungswinkel von 33^0, und dem Wert 0,3 ein solcher von 17^0. Einen höheren Reibungswinkel als 17^0 sollte man eigentlich niemals einsetzen, sofern man nicht, wie dies viele vorsichtige Ingenieure tun, aus Sicherheitsgründen ganz auf die Reibung verzichtet. In manchen Fällen wird man dann allerdings etwas zu starke Konstruktionen erhalten.

Unter allen Bauwerken dürften die Stütz- und verwandten Mauern (z. B. Kaimauern) diejenigen sein, bei denen wider Willen des Erbauers die wirklich vorhandene Sicherheit innerhalb der weitesten Grenzen schwankt. Hier das Richtige zu finden, wird in der Hauptsache von der Treffsicherheit, der Erfahrung, auch von dem konstruktiven Gefühl des entwerfenden Ingenieurs abhängen. Alle vorhin aufgezählten Unsicherheiten sind durch richtige Wahl der tang ε des Erddruckdreiecks auszugleichen. Je nach den örtlichen Verhältnissen ist sodann die Reibung entweder ganz zu vernachlässigen oder mit einem entsprechenden Mindestwert einzuführen.

Den weiteren Betrachtungen wird ein einfacherer Fall mit einigen vereinfachenden Annahmen zugrunde gelegt. Die Ergebnisse können indessen mit hinreichender Genauigkeit auch auf andere Fälle ausgedehnt werden.

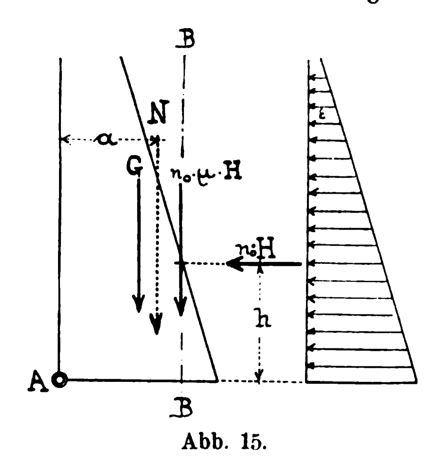


Abb. 15.

Die wagerechte Seitenkraft des Erddrucks werde mit der gewählten oder geschätzten tang ε des Erddruckdreiecks ermittelt zu H, wirkend im Abstande h oberhalb der betrachteten Fuge $A—B$ (Abb. 15). Als Reibungskraft, senkrechte Seitenkraft des Erddrucks, soll wirken in der Fuge $B—B$ (Annahme!) bei einem Reibungsbeiwerte μ die Kraft $\mu\, H$; $\mu \lesseqgtr 0{,}3$. Wird die Kraft H, bis der Bruch eintritt, auf das $n_0$fache gesteigert, dann wächst auch die Reibungskraft auf $n_0 \cdot \mu\, H$. Nun vermehrt die Reibungskraft die widerstehenden Kräfte. Deren Mittelkraft wird,

wenn G das Gewicht von Mauerwerk und auflastender Erde bedeutet, $N = G + n_0 \cdot \mu H$. Um die Lage a von N von vornherein festzulegen, sind bei geschätztem n_0 — eine kleine Ungenauigkeit bei Bestimmung von n_0 spielt keine Rolle; es kann sogar n_0 der Kippsicherheit n gleichgesetzt werden — die Kräfte G und $n_0 \mu H$ zu vereinigen. Dann bildet $(G + n_0 \cdot \mu \cdot H) \cdot a$ das widerstehende und $H \cdot h$ das angreifende Moment. Der Quotient aus beiden $(G + n_0 \mu H) \cdot a : H \cdot h$ gibt die Kippsicherheit n. Wird verlangt, daß die tatsächliche Sicherheit n_0 z. B. eine anderthalbfache sei, welcher Wert bei gewissenhafter Untersuchung der Bodenverhältnisse, vorsichtiger Wahl von ε und entsprechender Einführung oder gar Vernachlässigung der Reibung im allgemeinen als hinreichend angesehen werden kann, so muß die Kippsicherheit n betragen, je nachdem zehn- oder fünffache Materialsicherheit unter der Gebrauchslast vorhanden ist, entsprechend Formel 5) für den Rechteckquerschnitt $n = 1{,}56$ für $s = 10$ und $n = 1{,}62$ für $s = 5$.

Damit auch kein Gleiten stattfindet, muß bei Vernachlässigung der Scherfestigkeit des Baustoffes (vgl. auch V) sein $\mu \gtreqless \frac{n_0 H}{N}$, vorliegendenfalls $\mu \geqq \frac{1{,}5 H}{N}$. Ist keine ausreichende Reibung vorhanden, so kann nach Abschnitt V der Widerstand des Baustoffes gegen trennende Kräfte herangezogen werden. Reicht auch dieser Beitrag nicht aus, dann ist allerdings das Gewicht G zu vergrößern.

Wird die Untersuchung in dieser Weise geführt, dann kann man sich im allgemeinen begnügen, nur den Gebrauchsfall oder den einer erhöhten Gebrauchsbelastung zu untersuchen und festzustellen, ob eine ausreichende Kippsicherheit n vorhanden ist. Man weiß dann, daß die Mauer zunächst während des Dauerzustandes keine unzulässigen Spannungen hat, außerdem, daß erst eine auf das $n_0$fache gesteigerte Angriffskraft H die Zerstörung herbeiführen kann. Natürlich müssen die Bedingungen für alle Fugen erfüllt sein. Was bedeutet nun für Stützmauern eine tatsächliche Sicherheit n_0? Zunächst, daß die Angriffskraft auf das $n_0$fache anwachsen kann, ehe der Bruch eintritt. Die $n$fache Kippsicherheit soll einen Ausgleich schaffen für die Unsicherheit in der Bestimmung der Erddruckkräfte; dann auch den Bestand des Bauwerkes sichern gegen eine mögliche Erhöhung des Erddruckes infolge Durchfeuchtung des Bodens, natürlich nur bis zu einem gewissen Grade; endlich sollen auch kleinere Ueberlastungen und ähnliche Umstände, die im Falle der Gefahr auftreten können, die Mauer noch nicht zum Einsturz bringen. Besonders große Ueberlastungen und Aufschüttungen oder ähnliche Angriffsweisen können nicht ohne weiteres durch die $n$fache Kippsicherheit ausgeglichen werden, da die Belastungsfiguren nicht nur ihre Größe, sondern auch ihre Gestalt verändern, wodurch sich auch die Lage des Angriffspunktes von H verschiebt. Am einfachsten führt man mit den neuen Annahmen die Untersuchung noch einmal durch, wobei zu unterscheiden ist, ob die Ueberlastung dauernd oder nur vorübergehend auftreten kann.

Wird die Reibung μH ganz vernachlässigt, dann wird die widerstehende Kraft N dem Gewicht G gleich und fällt mit der Schwerlinie von Stützmauergewicht mehr Auflast zusammen.

Aus Gründen der Sicherheit wird allgemein bei Ziegelmauerwerk und Beton auf die Mitwirkung der Zugfestigkeit verzichtet; es wird die Rechnung unter Annahme klaffender Fuge durchgeführt. In Wirklichkeit braucht das Mauerwerk nicht so weit aufzureißen und tut dies auch nicht, was nur erwünscht sein kann. Die Zugfestigkeit des Baustoffes wirkt stets bis zu einem gewissen Grade mit. Es ist nun von Interesse, zu wissen, welche Strecke x_0 tatsächlich nicht aufgerissen wird, auch, um wieviel die bei der gewöhnlichen Berechnung ermittelte Kantenpressung durch die Mitwirkung der Zugfestigkeit herabgedrückt wird. Für den Rechteckquerschnitt sei die Untersuchung nachstehend durchgeführt. Nimmt man eine

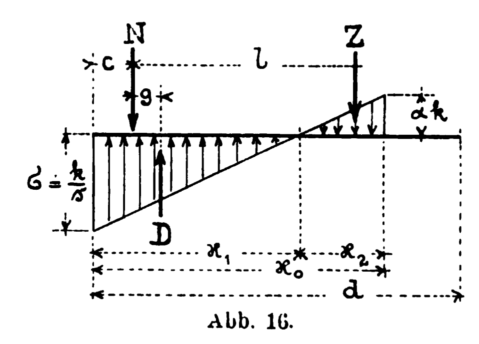


Abb. 16.

geradlinige Verteilung der Spannungen an, dann ist mit den Bezeichnungen der Abb. 16 und mit einer Zugfestigkeit αk, wobei α ein dem betreffenden Mauerwerk entsprechender Bruchteil der Druckfestigkeit k bedeutet, und mit $\sigma = k : s$

$$D = N + Z;\; x_2 = \alpha s x_1;\; D = \frac{k}{2s} x_1;$$

$$Z = \frac{\alpha^2 s \cdot k}{2} \cdot x_1;\; \frac{Z}{D} = \alpha^2 s^2$$

$$l = \frac{2}{3}(x_1 + x_2) + g;\; g = \frac{Z}{D} l;$$

$$g = \alpha^2 s^2 \left[\frac{2}{3} x_1 (1 + \alpha s) + g\right]$$

$$g = \frac{2}{3} x_1 \frac{1 + \alpha s}{\frac{1}{\alpha^2 s^2} - 1};\text{ sodann ist } \frac{x_1}{3} = c + g =$$

$$= c + \frac{2}{3} x_1 \frac{1 + \alpha s}{\frac{1}{\alpha^2 s^2} - 1},\text{ woraus}$$

$$x_1 = \frac{3c}{1 - 2\frac{1 + \alpha s}{\frac{1}{\alpha^2 s^2} - 1}}.$$

Da weiter $x_0 = x_1 + x_2 = x_1 (1 + \alpha s)$, so folgt endlich

$$37)\qquad x_0 = 3c \frac{1 + \alpha s}{1 - 2\frac{1 + \alpha s}{\frac{1}{\alpha^2 s^2} - 1}} = \beta_1 \cdot 3c.$$

Die Gültigkeit von Gl. 37), 37a) ist an die Bedingung gebunden, daß

$$1 - 2\frac{1 + \alpha s}{\frac{1}{\alpha^2 s^2} - 1} > 0 \text{ oder } \alpha^2 s^2 (3 + 2\alpha s) < 1$$

d. h. solange ein Klaffen der Fuge möglich.

Die bei Annahme klaffender Fuge ermittelte wirksame Strecke $3c$ ist mit einem Beiwert β_1 zu vervielfachen, um die Strecke x_0 zu erhalten, die tatsächlich bei Mitwirkung der Zugfestigkeit nicht aufgerissen wird. Die Beiwerte β_1 sind für verschiedene Materialsicherheiten s und für verschiedene Werte von α aus nachstehender Tabelle zu entnehmen. Bezüglich der Zugfestigkeit sei noch darauf hingewiesen, daß die Biegezugfestigkeit im allgemeinen größer ist als die durch direkten Zugversuch ermittelten Werte.

	$s = 5$	$s = 3$	$s = 1$
$\alpha = \frac{1}{15}$	$\beta_1 = 2{,}0$	$\beta_1 = 1{,}33$	$\beta_1 = 1{,}07$
$\alpha = \frac{1}{25}$	$\beta_1 = 1{,}35$	$\beta_1 = 1{,}16$	$\beta_1 = 1{,}04$

Für eine bestimmte Lage c der gegebenen Angriffskraft N sei unter Mitwirkung der Zugfestigkeit der Grenzwert der Kantenpressung gleich der Druckfestigkeit k'. Wird klaffende Fuge angenommen, dann sei unter der gleichen Angriffsbelastung die Kantenpressung gleich k. Eine Vergleichsrechnung gibt die Beziehung zwischen k und k'. Nach Abb. 16 ist

$$k' = \frac{2D}{x_1}; \quad D = N + Z; \quad D = N + \frac{\alpha^2 s}{2} k' \cdot x_1$$

$$k' = \frac{2}{x_1}\left(N + \frac{\alpha^2 s k'}{2} x_1\right), \text{ woraus } k'(1 - \alpha^2 s) = \frac{2N}{x_1}.$$

Mit dem auf der vorigen Seite ermittelten Werte von x_1 wird

$$k' = \frac{2N}{3c} \cdot \frac{1 - 2\dfrac{1 + \alpha s}{\dfrac{1}{\alpha^2 s^2} - 1}}{1 - \alpha^2 s}.$$

Beachtet man, daß $\frac{2N}{3c} = k$, so folgt endlich

$$k' = k \cdot \frac{1 - 2\dfrac{1 + \alpha s}{\dfrac{1}{\alpha^2 s^2} - 1}}{1 - \alpha^2 s} = \beta_2 \cdot k. \tag{37a}$$

Bei Vernachlässigung der Zugfestigkeit wird eine Kantenpressung herausgerechnet, die gegenüber der wirklichen mit Berücksichtigung der Zugfestigkeit ermittelten k' um $\frac{1}{\beta_2}$ zu hoch ermittelt ist. Die Beiwerte $\frac{1}{\beta_2}$ betragen für $\sigma = k$, also $s = 1$,

	$\alpha = \frac{1}{10}$	$\alpha = \frac{1}{15}$	$\alpha = \frac{1}{25}$
$s = 1$	$\frac{1}{\beta_2} = 1{,}02$	$\frac{1}{\beta_2} = 1{,}01$	$\frac{1}{\beta_2} = 1{,}005$

Wie man aus den vorstehenden Zahlen sieht, ist die Erhöhung der Materialsicherheit infolge Vernachlässigung der Zugfestigkeit nicht besonders groß.

Immerhin kann die Fuge trotz Mitwirkung der Materialzugfestigkeit bis zu einem gewissen Grade aufreißen. Im Einzelfalle wird man zu untersuchen haben, ob und welchen Schaden eine gerissene Fuge anrichten kann. Ob Wasser eindringen, dort gefrieren und die Ursache für einsetzende Zerstörung bilden, oder was sonst für Folgen eintreten können. Bei Eisenbeton wird außerdem die Möglichkeit des Rostens der Eisen in Betracht gezogen werden müssen; ob vor dem Einbetonieren die Eisen vielleicht mit einem rostschützenden Anstrich (Zementmilch) versehen werden müssen usw. Hat man beispielsweise eine in Pfeiler und stehende Bögen aufgelöste Konstruktion (Abb. 17), so wird man auf alle Fälle klaffende Risse in den Ansichtsflächen der Bögen vermeiden, sowohl mit

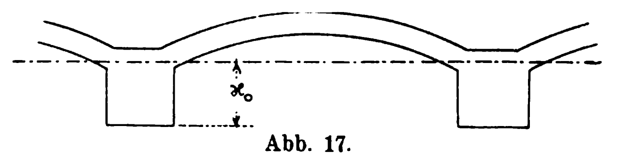


Abb. 17.

Rücksicht auf das Aussehen wie auf Verwitterungseinflüsse, hindurchdringendes schmutziges Wasser u. a. m. Bei Berücksichtigung der Betonzugfestigkeit darf der Abstand x_0 die innere Gewölbeleibung nicht verlassen; im Einzelfalle sind die fraglichen Risse durch sogenannte Rißeisen parallel zur Gewölbeerzeugenden auf wenig schädliche Haarrisse zu beschränken.

Die zulässigen Spannungen σ für Druck sind durch amtliche Vorschriften geregelt. Für die gewöhnlichen Arten von Mauerwerk in Kalkmörtel, Zementmörtel, Kalkzementmörtel und Mörtel mit hydraulischen Zuschlägen gelten allgemeine Grenzwerte; dies bedingt, daß die tatsächliche Materialsicherheit s eine von der Qualität der Ausführungsarbeit, der Witterung, der Zeit bis zur Inbetriebnahme (Schonzeit) und anderen Umständen mehr abhängige Zahl ist. Für höhere Inanspruchnahme des Materials werden Festigkeitsnachweise verlangt, die an ganzen Mauerwerkskörpern anzustellen sind, und von der erhaltenen Bruchfestigkeit 0,1 als nutzbare Beanspruchung zugelassen. Man kann also für Ziegelmauerwerk und verwandten Baustoffen mit $s = 10$ rechnen. Für Stampfbeton ist durch preußische Ministerialvorschrift*) zugelassen, daß $\frac{1}{5}$ der Würfelfestigkeit 28 Tage alter Probekörper als Gebrauchsspannung benutzt werden darf. Berücksichtigt man das Wachsen der Betonfestigkeit mit der Zahl 1,5 (vgl. die früheren Ausführungen unter V), so wäre zunächst schon $1{,}5 \cdot 5 = 7{,}5$fache Materialsicherheit vorhanden. Auch die Festigkeit des Ziegelmauerwerks nimmt mit dem Alter zu. Nimmt man mangels fehlender Unterlagen den Zuwachs hier mit $\frac{1}{5}$ an, so kann man nach beendeter Schonzeit mit zwölf- statt zehnfacher Sicherheit rechnen. Wenn nun auch die bei der Rechnung vernachlässigte Zugfestigkeit des Betons, in der Hauptsache abhängig vom Mischungsverhältnis, die Sicherheit noch weiter erhöht, von 7,5 etwa auf 8, so stehen bei sonstiger Gleichwertigkeit die Zahlen 12 bei Mauerwerk und 8 bei Beton gegenüber. Der Beton ist also beträchtlich und unberechtigt bevorzugt. Er verdient diesen Vorzug, von anderen für ihn sprechenden Gründen abgesehen, deshalb bei Stützmauern nicht, weil es hier, wie noch erörtert werden wird, weniger auf Festigkeit als auf Masse (Gewicht) ankommt.

Die vorhin festgestellten Sicherheitszahlen 12 für Ziegelmauerwerk gegenüber 8 bei Beton sind aber noch keine endgültigen. Die wirkliche Materialsicherheit ist noch höher. Theoretisch tritt die größte Kantenpressung nur in einem Punkte, einer Linie, der Kippkante A auf. Wie man aus Biegedruckversuchen weiß**), ist die Biegedruckfestigkeit beträchtlich höher als die Würfelfestigkeit. Dies kann für Beton und Mauerwerk in gleichem Maße gelten. Nimmt man den Zuwachs etwa mit 0,5 an, dann ergeben sich die wirklichen Materialsicherheiten beim Beton zu $8 \cdot 1{,}5 = 12$ und für Mauerwerk zu $12 \cdot 1{,}5 = 18$. Die ursprünglichen Zahlen sind also bei dem ersten Baustoff auf mehr als das Doppelte, beim zweiten auf das 1,8fache angewachsen. Man muß sich dies vor Augen halten, wenn man ein wenigstens annähernd zutreffendes Bild der vorhandenen Materialsicherheiten erhalten will. Eigentlich müßte man auch mit diesen Werten s arbeiten, um den Grad der erforderlichen Kippsicherheit festzustellen.

Für die biegungsfesten Stoffe des Eisens und Eisenbetons ist bereits unter V das Erforderliche gesagt.

Es ist vorhin schon erwähnt worden, daß es bei Stützmauern, besonders bei Vollmauern, deren Sicherheit in erster Linie durch die Bauwerkseigenlast oder eine Ersatzauflast bedingt wird, nicht so sehr auf die Materialfestigkeit ankommt. Es sind zweckmäßig Materialien zu verwenden, die zwar dauerhaft und wetterbeständig sein müssen, die aber keine größere Festigkeit zu besitzen brauchen, als es die Rechnung verlangt. Die Abmessungen werden in der Regel durch die verlangte Kippsicherheit bedingt, wobei die Beanspruchungen meist sehr gering ausfallen. Wie wenig die Wahl eines besonders druckfesten Materials am Platze ist, zeigt folgende Untersuchung.

*) Zentralblatt der Bauverwaltung 1910, Nr. 103.

**) Vgl. Armierter Beton 1911, Heft 4 und 5, „Würfelprobe oder Kontrollbalken."

Würde eine Kraft N nur in der Achse des Querschnittes angreifen, dann steht die Größe der Querschnitte einfach im umgekehrten Verhältnis der Festigkeiten zweier Baustoffe. Nimmt man im zweiten Falle an, daß die Achskraft N einen gewissen Abstand e von der Achse nicht überschreiten kann und daß dieser Ausschlag bei dem Baustoff mit der geringwertigeren Festigkeit gerade die Kerngrenze erreicht, dann ist (Abb. 18a) mit den Festigkeiten k und k' der beiden Baustoffe ($k' > k$ gedacht)

$$N = \frac{d\,k}{2};\ k' = \frac{2\,N}{3\,c};\ c = \frac{d'}{2} - \frac{d}{6};$$

$$k' = \frac{4\,N}{3\,d' - d} = \frac{2\,d\,k}{3\,d' - d}$$

38) $$d' = \left(\frac{1}{3} + \frac{2}{3}\,\frac{k}{k'}\right) d$$

z. B. für $k' = 2\,k$ wird $d' = \frac{2}{3}\,d$.

Im dritten, wichtigsten Fall soll ein Querschnitt, dessen Festigkeit k, durch einen von einer höheren Materialfestigkeit k' ersetzt werden. Es soll jede beliebig große Achskraft N mit beliebig großem Ausschlag e wirken können (Abb. 18b).

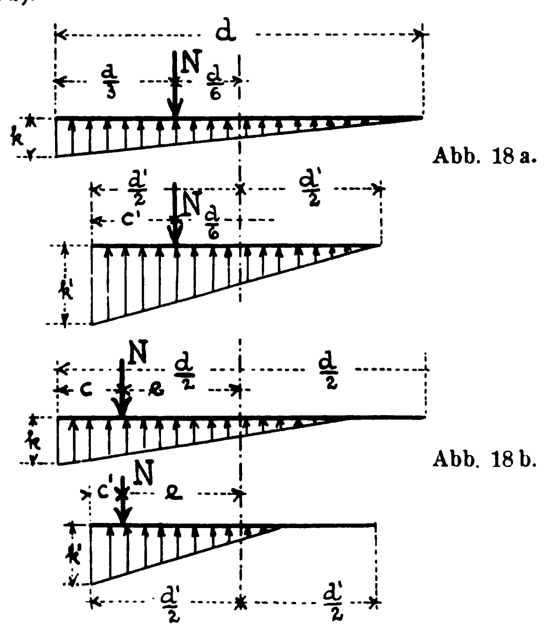


Abb. 18a. Abb. 18b.

In dem ersten Querschnitt ist $N = \frac{3}{2}\,c\,k$, im zweiten $k' = \frac{2\,N}{3\,c} = \frac{c}{c'}\,k$. Mit dem Werte $c' = \frac{d'}{2} - \frac{d}{2} + c$

wird $$k' = \frac{2\,c\,k}{d' - d + 2\,c}.$$

Es soll N alle möglichen Lagen c annehmen können. Diejenige, welche k' zu einem Größtwert macht, wird gesucht und gefunden aus der Bedingung $\frac{d\,k'}{d\,c} = 0$

39) $$0 = \frac{(d' - d + 2\,c)\,2\,k - 4\,k\,c}{(d' - d + 2\,c)^2} = \frac{(d' - d)\,2\,k}{(d' - d + 2\,c)^2}.$$

Die Bedingung $(d' - d) \cdot 2\,k = 0$ kann nur erfüllt werden, wenn $d' = d$, d. h. eine noch so hohe Steigerung der Festigkeit kann eine Querschnittsverminderung nicht herbeiführen in dem Falle, wo der Ausschlag e die Hauptrolle spielt. Zu diesem Ergebnis kann man natürlich auch durch einfache Ueberlegung kommen.

Empfehlenswert ist bei Mauern, für die aus irgendwelchen Gründen nur eine verhältnismäßig kleine Konstruktionsstärke zur Verfügung steht und wo dann die Pressungen im Gebrauchsfall hoch ausfallen, die Verkleidung der vorderen Kante mit besonders druckfesten Steinen: für Vollmauern nach Abb. 19a und für Mauern mit Vorsprüngen etwa nach Abb. 19b.

Zweifellos ist die schwächste Stelle bei den meisten Stützmauern die Bodenfuge. Rechnet man für den Gebrauchszustand bei dem Baustoff mit einer Mindestmaterialsicherheit 5—10, so ist man mit Ausnahme des

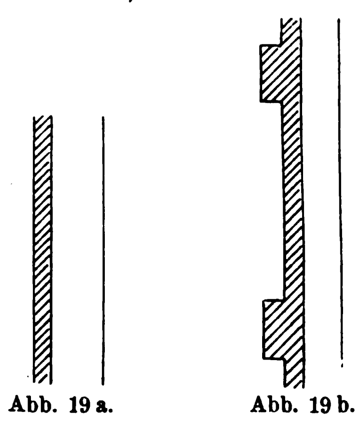


Abb. 19a. Abb. 19b.

Felsgrundes selten in der Lage, diese Sicherheit auch dem Baugrund zu gewähren. Man begnügt sich meist schon mit einer Sicherheit $s = 2$. Aber auch der Begriff der Sicherheit ist beim Baugrund kein bestimmter. Kann man wenigstens mit hinreichender Genauigkeit die Druck-(Würfel-)festigkeit des Baustoffes bestimmen, und hieraus und aus Ueberlegungen Schlüsse auf die wirkliche Festigkeit im Bauwerk ziehen, so ist man beim Baugrund mehr auf Schätzungen und Annahmen angewiesen. Man bezeichnet beim Baugrund diejenige Last als Tragkraft, bei der ein Einsinken um etwa 25—30 mm stattfindet. Diese Zahlen sind sehr willkürlich. Man müßte genauer als Traglast diejenige bezeichnen, die eine nennenswerte Vermehrung der Auflast nicht vertragen kann, ohne daß größere, den Bau gefährdende Senkungen auftreten. Die Auflast läßt sich selbstverständlich noch weiter vergrößern. Nach Eintritt einer bestimmten Senkung wird sich immer ein Gleichgewichtszustand ausbilden, der nach einiger Zeit sogar zum Beharrungszustande werden kann. Nach Engesser*) ist die Tragfähigkeit außer von der eigentlichen Tragkraft der betreffenden Bodenschicht abhängig in erster Linie von der Baugrundtiefe, dann von der Größe und Gestalt der Sohlfläche (und zwar wächst die Tragkraft mit zunehmender Fläche), auch von der an den Wandungen auftretenden Reibung. Will man die Tragfähigkeit des Baugrundes oder die zulässige Beanspruchung durch eine Probebelastung ermitteln, dann muß man zunächst eine gleiche Fundierungstiefe wie beim auszuführenden Bauwerk wählen, dann eine Gleichheit oder Aehnlichkeit der gedrückten Sohlfläche, die nicht zu klein sein darf, sowie der Reibungsflächen schaffen. Nur so wird man zuverlässige Werte erhalten. Derartige Probebelastungen sollten häufiger vorgenommen werden, zumal wenn die Kosten im Verhältnis zum Bauwerkswert einen geringen Betrag ausmachen. Im allgemeinen wird die Pressung, die man dem Boden zumuten zu können glaubt, geschätzt. Die so gewährte Mindestsicherheit $s = 2$ ist aber noch aus einem anderen Grunde tatsächlich höher. Die Kantenpressung tritt nur an einem einzigen Punkte in solcher Höhe auf. Wird diese überschritten, dann folgt Entlastung durch die benachbarten Schichten. Aehnliche Ursachen, die die Biegedruckfestigkeit gegenüber der Würfelfestigkeit erhöhen, treten auch hier beim Boden auf. Man darf daher wohl ruhig annehmen, daß statt einer gewöhnlich gerechneten Mindestsicherheit $s = 2$ eine tatsächliche $s = 3$ vorhanden ist. Wird diese Zahl $s = 3$ angenommen, und soll die Steigerung der Angriffskräfte $n_0\,H = 1{,}5\,H$

*) Zentralblatt der Bauverwaltung 1893, S. 306, „Zur Theorie des Baugrundes“.

betragen, dann erhält man die erforderliche Kippsicherheit für die Bodenfuge beim Rechteckquerschnitt nach Formel 5) zu $n = 1,75$.

Daß die Festigkeit des Baugrundes im Laufe der Zeit großen Aenderungen ausgesetzt sein kann z. B. durch Aenderung der Grundwasserverhältnisse, durch die Folgen betriebenen Bergbaues und aus vielen anderen Ursachen, braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden. Es geht der Baugrundtragkraft ähnlich wie dem Erddruck. Sofern man das Eintreffen solcher Verhältnisse vorhersehen kann, wird man vorsorgen müssen. Bei ganz schlechten Bodenverhältnissen wird eine künstliche Befestigung des Grundes vorzunehmen sein. Erwähnt sei beispielsweise nur das Schlagen von Spundwänden, die Anordnung unter die Sohlfläche heruntergehender Nasen, die beide das Ausweichen des stark gepreßten Bodens verhindern sollen.

Jeder Boden ist mehr oder minder zusammendrückbar. Im Gegensatz zum Baustoff, wo die Schwankungen der Preßbarkeit innerhalb bekannter Grenzen liegen, ist man beim Baugrund auf ganz rohe Vermutungen angewiesen. Dazu sind die Bodenarten zu verschiedenartig. Infolge der ungleichen Spannungen in der Bodenfuge und der Zusammenpreßbarkeit des Baugrundes ändert die Sohle und damit das Bauwerk selbst seine Lage im Raume (Abb. 20). Dem kann man dadurch vorbeugen, daß man von vornherein das Bauwerk so stellt, daß es erst nach vollzogener Winkeländerung seine endgültige Lage einnimmt. Zu schätzen ist dabei die Senkung δ, die der Boden bei einer Pressung von 1 $^{kg}/_{qcm}$ erfährt. Hat man diese richtig getroffen, dann ist die Aufgabe gelöst; die Winkeländerungen der einzelnen Fugen im aufgehenden Mauerwerk können vernachlässigt oder nach Bedarf bestimmt werden. Für guten Kiesboden in mittlerer Baugrundtiefe (1—1,5 ^{m}) rechnet man 0,1 ^{cm} Senkung für

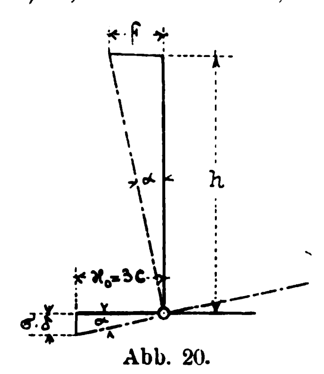


Abb. 20.

1 $^{kg}/_{qcm}$. Mit zunehmender Fundierungstiefe dürfte sich diese Zahl wesentlich verringern. Mit den Bezeichnungen der Abb. 20 erhält man das Maß f, um das die Mauerkrone von vornherein zurückgesetzt werden muß, zu $f = \frac{\sigma \cdot \delta}{x_0} h$, und für $\delta = 0,1$ $f = \frac{0,1\,\sigma}{x_0} h$. Sollten die Belastungsgrößen und damit die Kantenpressungen während des Gebrauches wechseln, dann wird ein mittleres Maß f einzuführen sein.

Zu erwähnen wäre noch ein mögliches ungleichmäßiges Setzen des Bodens der Länge der Mauer nach. Wird dieses zu groß, dann folgen die sogenannten Setzrisse, hervorgerufen durch zu große Längsspannungen oder infolge übermäßig großer Querkräfte. Auch hiergegen wird Vorsorge zu treffen sein. Von größerem Einfluß in der Längsrichtung sind auch noch die Kräfte des Schwindens, der Wärme und der Feuchtigkeitsschwankungen. Ihnen wird am besten durch Anordnung von Fugen in entsprechenden Abständen begegnet.

Bezüglich der Gleitwiderstände steht die Bodenfuge auch etwas ungünstiger da als das Mauerwerk. Von einem nennenswerten Anhaften des Mauerwerks am Boden kann nicht die Rede sein. Also ist nur die Reibung als alleiniger Gleitwiderstand vorhanden. Andererseits kann ein kleines Fortgleiten der Stützmauer wenig schaden. Ist dieses erfolgt, dann tritt der ruhende Erddruck der vor den Mauern meist, wenn auch in geringer Höhe, vorhandenen Anschüttung als weiterer Widerstand hinzu. Die Gleitsicherheit der Bodenfuge wird durch den passiven Erddruck nicht unerheblich unterstützt. Die Größe des passiven Erddrucks wächst umgekehrt wie beim aktiven mit der Steilheit der Böschung und kann für mittlere Böschungen von $1:1^1/_2$ etwa mit dem Zehnfachen des tätigen Erddrucks angenommen werden.

Für den Gebrauchsfall soll man damit nicht rechnen, kann aber im Augenblick der Gefahr wohl davon Gebrauch machen. Ein kleines Fortgleiten ist im allgemeinen unschädlich. Von Einfluß kann es allerdings sein für die hierfür wie für Senkungen sehr empfindlichen Widerlager statisch unbestimmter Konstruktionen (z. B. Bogenbrücken). Auch die aufgelöste Stützmauer der Abb. 17 dürfte bei ungleichmäßigem Fortgleiten leicht Schaden nehmen. Die kleinen Bögen erleiden zu große Widerlagerveränderungen und könnten leicht einstürzen. Als Hilfsmittel zur Verbesserung des Gleitwiderstandes, die aber nur im Bedarfsfalle anzuwenden sind, wären zu nennen: Erdanker, tiefergehende Nasen, Verlängerung der Sohlplatte nach hinten.

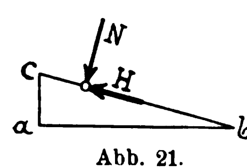


Abb. 21.

Es ist in der Praxis vielfach üblich, bei nicht ausreichender Gleitsicherheit die Fundamentsohle in Neigung zu setzen (Abb. 21). Allerdings kann man dann beliebig ausreichende Sicherheit für die Fuge $c—b$ erhalten, aber nur für die Fuge $c—b$. Eine tatsächliche Sicherheit ist indessen nur vorhanden, wenn zu den Widerständen der Fuge $a—b$ außer der Reibung noch Scherfestigkeit hinzutritt wie z. B. bei Felsen. Bei gewöhnlichem Boden hat ein Schiefsetzen der Grundplatte wenig Zweck. Die Mauer würde samt dem Erdkeil $a—b—c$ einfach auf der Fuge $a—b$ fortgeschoben. Der Erdkeil besitzt kein Gewicht, das eine Rolle spielt; auch der passive Gegenerddruck wird kaum größer. Eine auf Grund einer derartigen Anordnung erzielte Materialersparnis ist auf Kosten der Sicherheit erfolgt.

Die vorstehenden für einfache Stützmauern angestellten Betrachtungen sind im großen und ganzen auch für Stützmauern zusammengesetzter Natur gültig. Den Einfluß von Besonderheiten festzustellen, dürfte nicht schwer fallen.

VII.

Im Gegensatz zum Erddruck können die Kräfte des Wasserdruckes sehr scharf, beliebig genau, in Rechnung gestellt werden. Die Verteilungsfigur der Angriffskräfte der Höhe nach als Dreieck steht genau fest; ebenso sind Größe und Richtung der Kräfte bei gegebenem Wasserspiegel, gegebener Wandneigung und, falls andere Flüssigkeiten als Wasser in Frage kommen sollten, bei gegebenem spezifischen Gewicht genau bekannt. Auf die an der benetzten Wand auftretende Reibung kann für statische Bedürfnisse immer verzichtet werden. Ist eine Wasserstandsänderung oder ein Ueberfluten nicht zu erwarten, so könnte man den Nachweis der Kippsicherheit eigentlich ganz entbehren. Kleineren Aenderungen des Wasserspiegels und einer Erhöhung der angreifenden Kräfte durch Wellenschlag dürfte eine vorhandene Kippsicherheit $n = 1,5$ wohl immer genügen. Für größere Schwankungen und anderen Kräfteangriff wird man besser eine vollständig neue Rechnung anstellen. In gewöhnlichen Fällen dürfte die Kippsicherheit aus anderen, nachher noch zu besprechenden Gründen einen weit höheren Betrag als 1,5 erreichen.

Bei der Beurteilung der Gleitsicherheit sind die gleichen Gesichtspunkte maßgebend wie bei Stützmauern.

Nur kann bei vorhandener Schlüpfrigkeit ein früheres Gleiten eintreten. Dies gilt besonders für die Bodenfuge. Hier wird die zulässige Pressung wie der Sicherheitsgrad gegen Gleiten sehr vorsichtig zu bemessen sein. In besonderen Fällen wird eine künstliche Bodendichtung vorzusehen oder sonstige Anordnungen zu treffen sein nach der Richtung, daß ein Durchdrücken des Wassers an der Sohle verhindert wird. An die Materialsicherheit brauchen sonst keine höheren Anforderungen gestellt zu werden wie bei Stützmauern.

Dagegen wird man bei Mauern gegen Wasserdruck es vermeiden, die Mittelkraft aus dem Kern heraustreten zu lassen, oder man wird den Ausschlag soweit beschränken, daß die Zugfestigkeit des Materials noch nicht erschöpft ist. Abgesehen von Trennungswänden, die an beiden Seiten dauernd mit Wasser in Berührung stehen, wird es fast überall auf möglichste Wasserdichtigkeit ankommen. Mauerwerk und Beton sind an sich nicht wasserdicht, doch wächst der Dichtigkeitsgrad mit der Stärke, weshalb man jede Schwächung durch aufgerissene Fugen unterlassen wird. Der Dichtigkeitsgrad kann gehoben werden durch geeignete Wahl der Materialien. Hydraulische Zuschläge zum Mörtel, z. B. Zement, Traß, gemahlene Hochofenschlacke, Ziegelmehl, können sowohl die Zugfestigkeit wie die Wasserdichtigkeit wesentlich erhöhen. In den aufgerissenen Fugen kann der Festigkeitsverfall des Materials früher und stärker auftreten. In ihnen können sodann nach oben gerichtete Kräfte wirken, der Wasserunterdruck (Abbildung 22), der in der Rechnung selten Berücksichtigung findet. Dies gilt auch für die Bodenfuge. Wird vollständige Wasserdichtigkeit verlangt, dann muß die vom Wasser benetzte Wand mit Hilfe besonderer Dichtungsschutzmittel abgedichtet werden. Klaffende Fugen sind dann gänzlich zu vermeiden.

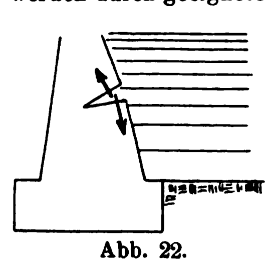


Abb. 22.

Außer zur Erreichung großer Wasserdichtigkeit ist bei **Eisenbeton** auch wegen des Rostschutzes der Eisen die Betonzugfestigkeit nicht ganz auszunutzen. Eine 1,2—1,3fache Sicherheit gegen Reißen des gezogenen Betons wird man immerhin gewähren müssen. Würde der Beton reißen, welcher Zustand bei der Berechnung gewöhnlicher Eisenbetonhochbauten vorausgesetzt wird, dann würden dies im allgemeinen auch die Dichtungsmittel tun. Mit der Wasserdichtigkeit wäre es vorbei. Steht die Mauer im Zusammenhang mit anderen Wänden oder sonstigen Widerlagern, so hat die Armierung nach der durch den monolithischen Zusammenhang bedingten Auflagerung zu erfolgen. Risse jeder Art müssen unbedingt vermieden werden.

Um wirtschaftlich zu arbeiten, wird man bei Massivmauern die Mittelkraft möglichst an der Kerngrenze angreifen lassen. Damit sie nicht aus dem Kern herausfällt, ist eine genaue Kenntnis des spezifischen Gewichts vom Baustoff sowie eine Kontrolle während der Bauausführung vonnöten. Unsicherheiten können bei der Untersuchung des Mauerquerschnittes durch mehr oder minder großes Abrücken der Mittelkraft von der Kerngrenze oder durch die Materialzugfestigkeit ausgeglichen werden.

Für die Wasserdichtigkeit kämen außer den rein statischen Kräften noch die Einwirkungen der Wärme, die Schwindkräfte und Setzungsvorgänge in Frage. Alle diese Einflüsse sind in jedem Sonderfalle näher zu studieren und zu berücksichtigen.

Zwischen den Mauern gegen Wasser- oder gegen Erddruck liegen die Mauern zum Schutze gegen Erdreich, das mit Wasser vollständig gesättigt ist. Hier die richtige Wahl der tang ε des Erddruckdreiecks zu treffen, wird nicht ganz leicht sein. Da das Wasser in alle Hohlräume und Poren des Erdreiches eindringt, das spezifische Gewicht erhöht, den Böschungswinkel zu Null macht, eine Reibung zwischen Wand und Erde kaum vorhanden sein dürfte, so kann der Erddruck leicht größer werden als reiner Wasserdruck. Zu unterscheiden ist dabei, ob das Wasser von oben eindringt oder als Grundwasser steigt. In letzterem Falle wirkt der Auftrieb günstig.

Noch auf einen Punkt sei hingewiesen. Mit einem über die Fundamentsohle steigenden (Grund-)Wasserspiegel wird das Mauergewicht um den Auftrieb vermindert. Wie groß der letztere im Boden ist, ob er die Höhe des Auftriebes offenen Wassers erreicht, ist auch eine offene Frage. Dieser Umstand ist für die Bestimmung (Herabsetzung) der Baugrundpressung von Wichtigkeit. Aber durch das steigende Wasser kann auch die Tragfähigkeit des Bodens leiden. Man wird daher mit der Entlastung des Baugrundes infolge Auftriebes sehr vorsichtig sein müssen.

Mauern, die einerseits dem Erddruck, auf der anderen Seite dem Wasserdruck zu widerstehen haben, sind getrennt zu untersuchen, und zwar so, daß unter allen möglichen Annahmen der Gegendruck (Erd- oder Wasserdruck) als widerstehender Teil seinen kleinsten, als angreifender Teil seinen Höchstwert erreicht. Im Interesse der Sicherheit des Bauwerkes wird man mit den ungünstigsten, aber im Bereich der Möglichkeit bleibenden Annahmen arbeiten müssen. Auf die Mitwirkung des passiven Erddruckes ist für die Dauerbelastung zweckmäßig zu verzichten.

Selbstverständlich dürfen auch Belastungszustände ohne Wasserdruck (leeres Becken), bei Stützmauern in nicht hinterfülltem Zustande (zur Not mit besonderer Abstützung) und Windbauwerke bei Windstille keine unzulässigen Spannungen besitzen und müssen standfest sein. Im allgemeinen sind die Bauwerke in diesem Zustande nur ganz gering beansprucht.

VIII.

Man pflegt die Größe des **Winddruckes** mit dem Quadrat der Windgeschwindigkeit wachsen zu lassen. Viel gebraucht wird die Formel $w = 0{,}123\ v^2$ für 1 qm rechtwinklig getroffene Fläche. Für verschiedene Windstärken erhält man damit folgenden Winddruck auf 1 qm

$v =$ m	2	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42
$w =$ kg	0,5	1,1	4,4	9,9	17,6	27,6	39,7	54,0	70,6	89,3	110,2	133,4	158,7	186,3	216,1

Eine Vergrößerung erfährt der Winddruck noch durch die saugende Wirkung an der Leeseite, besonders bei niedrigen Schornsteinen. Wird die Fläche nicht rechtwinklig getroffen, sondern bildet sie mit der Windrichtung einen Winkel α, dann tritt eine Schwächung des Winddrucks ein, indem ein Teil des Windes an der geneigten Fläche entweichen kann. Für eine Abminderung nach dem Quadrat des $\sin \alpha$, also $w_1 = w \cdot \sin^2 \alpha$, erhält man die bekannten Abminderungswerte für den Zylinder 0,67 und für das Achteck 0,71. Infolge der Reibung am Boden ist die Windgeschwindigkeit in den oberen Luftschichten größer, womit auch eine Erhöhung des Winddruckes verbunden ist. Diesem Umstande wird Rechnung getragen durch Anwendung entsprechend ausgebildeter Formeln. Viel gebräuchlich sind solche von der Art $w = \alpha + \beta H$; z. B. ist in Sachsen für Schornsteine der Winddruck $w = 115 + 0{,}6\,H$ einzusetzen.

Sodann ist die Größe des Winddruckes abhängig von der örtlichen Lage, von dem Schutz, den die Umgebung bietet; ferner von der geographischen Lage, im Binnenlande

kleiner als im Küstengebiet. Es wechselt seine Stärke und die Dauer seiner Einwirkung mit der Tages- und Jahreszeit (Aequinoktialstürme), ohne indessen an diese Gesetzmäßigkeiten gebunden zu sein. Meist wird mit einem mittleren Winddruck gerechnet, der aber für genaueres Arbeiten mit der Höhe zunehmen sollte. Für das Binnenland ist aus der Standsicherheit bestehender Kamine als größter (kritischer) Winddruck mit Einschluß der saugenden Wirkung an der Windschattenseite, des Einflusses der stoßweisen Einwirkung und der Schwankungen von v. Reiche ermittelt worden $w = 150 + 3H$ kg/qm. Dies würde z. B. für 50 m Höhe ergeben $w = 300$ kg/qm. Eine Zahl, die man auch durch Rückwärtsrechnung aus den Kantenpressungen (Bruchspannungen) umgestürzter Bauten erhalten hat. In der Praxis wird, wohl mit Unrecht, meist nicht so genau gearbeitet. Man begnügt sich da mit einigen Zahlen, die für niedrige Bauwerke, solche mittlerer Höhe und hohe Bauwerke ohne scharfe Grenzen vorgeschrieben sind. Für höhere Bauwerke kann man als mittleren Winddruck setzen

	Gebrauchsblstg.	erhöhte Gebrauchsblstg.	Gefahrblstg.
im Binnenland	125 kg/qm	150 kg/qm	250 kg/qm
im Küstengebiet	150 „	180 „	300 „

In diesen Zahlen ist die Saugwirkung an der Leeseite bereits enthalten. Die Werte 250 und 300 kg/qm werden als kritischer oder als Kippwinddruck bezeichnet. Die angegebenen Zahlen sind wohl allgemein gebräuchlich, doch sollten von Fall zu Fall die örtlichen Bedürfnisse Berücksichtigung finden, besonders dann, wenn die amtlichen Vorschriften nicht ausreichen.

Die vorstehenden Ausführungen beziehen sich auf höhere Bauwerke, unter denen die Schornsteine und hier wieder die Kamine mit Kreisringquerschnitt (abgestumpfter Hohlkegel) den ersten Platz einnehmen. Die Standfestigkeit dieser Bauten soll vorhanden sein für die Gebrauchslast, für die erhöhte Gebrauchsbelastung und die Gefahrbelastung. Die einzuhaltenden Sicherheiten nehmen entsprechend ab. In besonderen Fällen sollte man vor einer ausführlichen, jede Belastung getrennt behandelnden Rechnung nicht zurückschrecken. Im allgemeinen kann man sich aber mit einer einzigen Rechnung begnügen, der für die Gebrauchsbelastung und dem Nachweis der Kippsicherheit. Für die Gebrauchsbelastung von 125 kg/qm verlangen die preußischen Vorschriften, daß ein (rechnungsmäßiges!) Oeffnen der Fugen über die Mitte hinaus nicht stattfindet, für sie und für die erhöhte Gebrauchsbelastung von 150 kg/qm, daß die Kantenpressung $\frac{1}{10}$ der Druckfestigkeit nicht übersteige. Ein Nachweis der Standfestigkeit für den Kippwinddruck, die Gefahrbelastung, wird nicht verlangt. Hierin liegt zweifellos ein Mangel der Vorschriften, wenn man auch nicht übersehen darf, daß die nach den bisherigen Vorschriften berechneten Bauwerke gehalten haben.

Für die **Gefahrbelastung**, die die Standsicherheit des Bauwerkes eigentlich erst gewährleistet, wird zunächst festzustellen sein, welche Kippsicherheit n einer tatsächlichen Steigerung n_0 des Winddruckes zugehört und welche Materialsicherheit dann noch vorhanden sein muß. Man kann nach örtlichen Bedürfnissen die Gebrauchsbelastung stets so einrichten, daß sie gerade die Hälfte des kritischen Winddruckes beträgt und mit ihr die erste Rechnung durchführen, also bei 220 kg/qm Kippwinddruck mit 110 kg/qm oder bei 250 kg mit 125 kg/qm. Alsdann muß die tatsächliche Sicherheit $n_0 = 2$ betragen. Bei der Gefahrbelastung wird man zweifache Materialsicherheit verlangen, und zwar aus folgenden Gründen. Zunächst kann man durch die tatsächlich vorhandene höhere Materialfestigkeit, die gegenüber der Rechnung, wie noch nachgewiesen wird, etwa das 1,35 fache beträgt, einen Ausgleich schaffen gegen die Erhöhung der Spannungen infolge des Wärmeunterschiedes an der Innen- und Außenleibung, durch die stoßweise Einwirkung des Windes und die Schwankungen des Schornsteines. Die Wärmespannungen sind abhängig von dem Vorhandensein eines Futters, das sich schon aus wirtschaftlichen Gründen zur Vermeidung zu großen Wärmeverlustes empfiehlt, von der Stärke der Schornsteinwandung und von anderen Umständen mehr. Sie können die Höhe der Spannungen infolge der äußeren Kräfte leicht erreichen, sie sogar übersteigen. Bei einer Steigerung der Angriffsbelastung bleiben sie sich indessen gleich, treten also mehr und mehr zurück. Die Stoßbelastung und die Schwankungen können unter Umständen die statischen Spannungen bis auf das Doppelte erhöhen. Andererseits kann man die höhere Biegedruckfestigkeit etwa mit dem 1,3 fachen der Würfelfestigkeit einsetzen (etwas niedriger wie bei Stützmauern rechteckigen Querschnittes von größerer Länge); sodann wird infolge mitwirkender Zugfestigkeit die Sicherheit noch etwas größer. Wird letztere Erhöhung mit Benutzung des Rechteckquerschnittes (zu ungünstig!) bei Annahme einer Zugfestigkeit von $\frac{1}{20}$ der Druckfestigkeit und für $s = 2$ nach Formel 37a) S. 27 zu 1,02 berechnet, so hat man eine $1{,}3 \cdot 1{,}02 = 1{,}35$ mal höhere Sicherheit, als in der ursprünglichen Rechnung angenommen. Um aber noch höhere Stoßbelastungen aushalten zu können, ferner um die der Zerdrückung des Materials vorhergehenden Risse zu vermeiden, um also nicht nur einen Einsturz zu verhindern, sondern nach überstandener Gefahr das Bauwerk noch weiter lebens- und gebrauchsfähig zu erhalten, endlich zum Ausgleich der Unsicherheiten in den Rechnungsgrundlagen infolge der kurz vor dem Bruch auftretenden Verformungen, wird für den kritischen Winddruck eine zweifache Materialsicherheit verlangt. Beträgt letztere bei der Gebrauchsbelastung 10, bei der Gefahrbelastung 2, also $s = 5$, so muß für eine tatsächliche Steigerung der Angriffskräfte auf das Doppelte, also für $n_0 = 2$, die Kippsicherheit n entsprechend Formel 25) betragen

$r:R =$	0,5	0,75	0,90
$s = 5$	$n = 2{,}45$	$n = 2{,}31$	$n = 2{,}17$
$s = 10$	$n = 2{,}25$	$n = 2{,}18$	$n = 2{,}11$

Außer für $s = 5$ ist unter sonst gleichen Umständen, d. h. mit $n_0 = 2$ die erforderliche Kippsicherheit n ausgerechnet für $s = 10$. Ein Fortgleiten der Bauteile in der Fuge kommt fast niemals in Frage.

Entspricht der Schornstein bei der Gebrauchsbelastung allen Forderungen, besitzt er außerdem die erforderliche

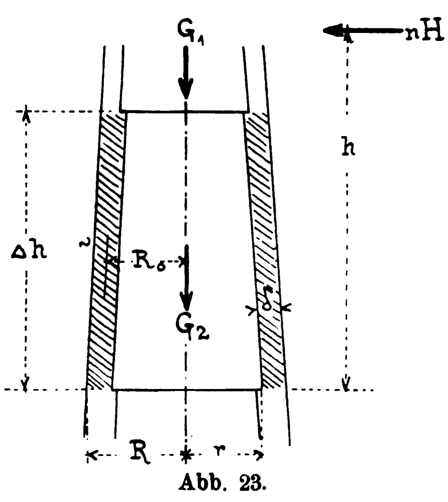


Abb. 23.

Kippsicherheit n, so genügt er auch von selbst allen anderen Anforderungen. Weitere Berechnungen z. B. für die erhöhte Gebrauchsbelastung sind im allgemeinen entbehrlich.

Die in vorstehender Tabelle ermittelten Werte n der Kippsicherheit gestatten auch die Stärke δ der Schornsteinwandungen direkt zu bestimmen oder wenigstens einen ersten Anhalt für den Entwurf zu geben. Der innere Mündungsdurchmesser sei gegeben, desgleichen aus Gründen der praktischen Ausführung die oberste Wandungsstärke, die ein gewisses Maß nicht unterschreiten darf; ferner schwankt der übliche Anzug zwischen $i = 0{,}018$ und 0,025. Mit dem Gesamtgewicht $G = G_1 + G_2$ (vgl. Abb. 23) muß sein

$$(G_1 + G_2) \cdot R = n \cdot H \cdot h.$$

Das Gewicht G_1 steht bereits fest und das noch zu bestimmende Gewicht G_2 des gerade betrachteten Schornsteinabsatzes mit der unbekannten Stärke δ und dem spezifischen Gewicht γ des Mauerwerks

$$G_2 = 2\left(R - \frac{\delta}{2} - \frac{\Delta h}{2}\,i\right)\pi \cdot \gamma \cdot \delta \cdot \Delta h$$

in vorstehende Gleichung eingesetzt, gibt folgende Gleichung zweiten Grades in δ

$$2\left(R - \frac{\delta}{2} - \frac{\Delta h}{2}\,i\right) \cdot \gamma\pi \cdot \delta \cdot \Delta h = \frac{n \cdot H h}{R} - G_1.$$

Statt diese Gleichung aufzulösen, kann man auch den mittleren Halbmesser R_0 schätzen, worauf dann die Wandungsstärke des Absatzes erhalten wird aus

$$\delta = \frac{1}{2\pi \cdot \gamma R_0 \cdot R \cdot \Delta h}\,(n H \cdot h - G_1 \cdot R). \tag{40}$$

Da auch alle Anforderungen der Gebrauchslast erfüllt sein müssen, so kann die eben ermittelte Stärke δ noch kleinen Verbesserungen unterliegen.

Indessen sind für unsere Bauten noch andere Gesichtspunkte maßgebend. Die Bauwerke werden nicht um ihrer selbst willen oder aus rein statischen Gründen errichtet, sondern müssen vor allem den Zweck ihrer Bestimmung unter Wahrung der größten Wirtschaftlichkeit erfüllen. Deshalb sollte die Wandstärke in erster Linie von den Wärmeverlusten abhängig gemacht werden. Letztere möglichst herabzudrücken, bedeutet Kohlen- und Geldersparnis, gibt bessere Zugkraft, verringert die Gefahr gegen Risse und Schiefwerden. Neben einer ausreichenden Wandstärke ist deshalb die Einschaltung eines feuerfesten Futters von hohem Wert. Ohne Futter sind die Wandstärken natürlich viel dicker zu halten.

Es ist an anderer Stelle schon gezeigt worden, daß bei den hier betrachteten Bauwerken auf schmaler Grundfläche eine Steigerung der Materialfestigkeit nur von verhältnismäßig geringem Einfluß auf die Erhöhung der tatsächlichen Sicherheit ist. Mauerwerk von hohem spezifischen Gewicht, schlechtem Wärmeleitungsvermögen, guter Wetterbeständigkeit, auch gegen höhere Hitzegrade dauerhaft, sonst aber von geringerer Festigkeit ist vorzuziehen, sofern die Erstellung festeren Baustoffes verhältnismäßig teuer wird. Einer äußerst sorgfältigen Herstellung des Mauerwerks ist besonders bei hohen Schornsteinen eine erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken. Kunstgerechte und sorgfältige Ausführung sind bei diesen Bauten eine unerläßliche Voraussetzung. Von Einfluß auf die Festigkeit des Mauerwerks ist die während der Bauzeit vorherrschende Witterung, Art und Zusammensetzung des Mörtels, Dicke der Fugen, die Kürze der Bauzeit, die Länge der Schonzeit. Da der Zement die Hitze nicht vertragen kann, wird man in den unteren Schichten, wo das Mauerwerk länger und unter Druck erhärten kann, Kalkmörtel mit geringem Zementzusatz (sog. verlängerten Zementmörtel), in den oberen Zementmörtel mit mehr oder weniger oder ganz ohne Kalkzusatz verwenden.

Bei der Wahl der Materialsicherheit (≥ 10) unter der Gebrauchsbelastung ist zu beachten, daß hohe Hitzegrade, schwefelige Säuren und andere Gase jedes Material: Ziegelmauerwerk, Beton, Eisenbeton mehr oder minder angreifen, so daß neben einem Festigkeitsabfall auch eine Verringerung der Wandstärke eintritt. Letzter Umstand setzt wieder die Wirtschaftlichkeit der Anlage herab. Am günstigsten steht bei seinen verhältnismäßig großen Dicken noch das Ziegelmauerwerk da, weniger günstig der Stampfbeton, am schlechtesten schneidet der Eisenbeton ab. Bei einwandigen Schornsteinen aus Eisenbeton ist die Abkühlung wegen der sehr dünnen Stärken sehr groß. Deshalb sollte man Eisenbetonschornsteine stets mit einem Futter versehen oder sollte sie als zwei ineinander geschachtelte Röhren mit dazwischen befindlicher Luftschicht ausführen. Ferner wird man bei Eisenbeton eine vollständige Rostsicherheit der Eisen verlangen müssen, die nur dadurch erreicht werden kann, daß die Zugfestigkeit des Betons nirgends überwunden wird. Dies bedeutet eine sehr schlechte Ausnutzung der Eiseneinlagen. Man arbeitet am zweckmäßigsten, wenn man die Betonstärken nicht zu gering wählt und dafür weniger Eisen hineintut. Auch aus einem anderen Grunde ist dies empfehlenswert. Obwohl der Eisenbeton in statischer Hinsicht am günstigsten dasteht, indem er eine tatsächlich höhere Sicherheit gegen Umwerfen besitzt, und zwar $n_0 = 3$ gegenüber der nur zweifachen Sicherheit, den die anderen Materialien aufzuweisen haben, so ist dies doch nur der Fall in seinem oberen Teile. Seine Standfestigkeit im Fundament kann er gleich den anderen nur durch Gewicht erreichen. Hier ist er ganz erheblich im Nachteile. Das Mindergewicht im oberen Teile muß man sich durch Ersatzgewicht im Fundament schaffen, was eine Verteuerung der Fundierung bedeutet. Werden alle an ihn gestellten Anforderungen erfüllt, so wird ein Schornstein in Eisenbeton nicht unerheblich teurer als in Mauerwerk. Dieser Umstand und die hohe Stufe, auf der der Schornsteinbau steht, haben Eisenbetonschornsteine nicht bei uns einzubürgern vermocht. Der Stampfbeton als Material im Schornsteinbau besitzt den Vorteil, daß er ein größeres spezifisches Gewicht und eine große Formfähigkeit besitzt; er kommt jedoch wegen der hohen Einschalkosten im allgemeinen für den Schornsteinbau weniger in Betracht.

Während bei Wasser- und Erddruckmauern die Angriffsbelastung als eine ruhende angesehen werden kann, hat der Winddruck die Eigenschaften und das Wesen der Verkehrslast, und zwar in erhöhtem Maße noch dadurch, daß er wechselnd von jeder Seite einwirken kann. Druck und Zug, soweit letzterer ausgeübt werden kann, treten nacheinander in dem gleichen Punkte auf. Aus diesem Grunde der dynamischen Beanspruchung, wegen der fast immer vernachlässigten Wärmespannungen, dem stärker auftretenden Festigkeitsabfall, der Fleischverminderung durch Abnutzung ist die Materialsicherheit bei Schornsteinen bedeutend höher anzunehmen als bei Stütz- und Wassermauern. Bei letzteren würde $s = 5$ im allgemeinen ausreichen; bei Schornsteinen sollte man sie nie unter zehn wählen. Wirkt oder kann der Wind nur immer nach einer Richtung angreifen, oder fällt ein Teil der aufgezählten ungünstigen Umstände fort, dann kann die Materialsicherheit herabgesetzt werden; sie wird zwischen 5 und 10 ihren Platz finden.

Die Untersuchung hat sich natürlich auf alle Fugen zu erstrecken. Mit einigen wenigen, die der Blick des praktischen Ingenieurs sofort als die gefährlichen herausfindet und zu denen die Sockel- und Bodenfuge immer gehören, wird man auskommen.

Bei Bemessung der zulässigen Bodenpressung ist wegen der dynamischen Kräfteeinwirkung größte Vorsicht am Platze. Die Preßbarkeit des Bodens spielt hier eine um so größere Rolle, als einem Schiefstellen des Windbauwerkes wegen aller möglichen Windrichtungen nicht wie bei Stützmauern vorgebeugt werden kann. Mit Recht verlangen die amtlichen Vorschriften, daß unter der

Gebrauchsbelastung ein Abheben des Bauwerkes von der Fundamentsohle überhaupt nicht stattfinden darf. Dagegen ist die Vernachlässigung des auf der Fundamentplatte auflastenden Erdreichs zu Unrecht vorgeschrieben; bei Eisenbetonschornsteinen würde die Befolgung dieser Vorschrift ganz erhebliche Mehrkosten bedingen. Wie bei den Stützmauern schon erörtert, ist bei der üblichen Berechnungsweise und einer angenommenen zweifachen Sicherheit des Baugrundes die tatsächliche Sicherheit doch mindestens eine dreifache. Befolgt man sowohl bei der Kreisfläche wie beim Rechteck, das bei Wind über Eck am ungünstigsten beansprucht wird und dadurch höhere Spannungen erfährt wie der Kreis, den Grundsatz, daß unter der Gefahrbelastung die Fugen sich höchstens **bis zur Mitte** öffnen dürfen, und unter der Gebrauchsbelastung die Fundamentplatte überhaupt nicht vom Erdboden abgehoben werden darf, dann ist, wie nachstehend nachgewiesen, bei Einwirkung des kritischen Winddruckes noch die Hälfte der Sicherheit der Gebrauchsbelastung, also noch mindestens $s = 1{,}5$ fache Materialsicherheit vorhanden. Zur Not dürfte eine solche genügen.

Mit J als Trägheitsmoment und St als statischem Moment, jedesmal bezogen auf die zugehörige neutrale Faser, erhält man beim **Vollkreis** (Abb. 24) mit den

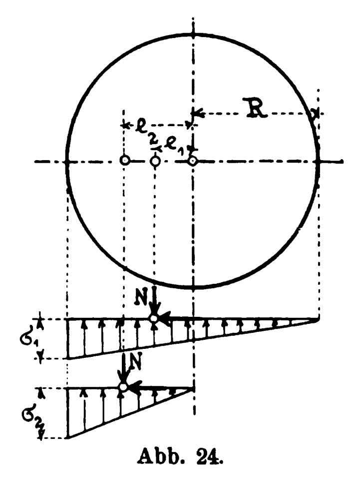


Abb. 24.

Nullinien am Kreisrande und durch den Kreismittelpunkt die Ausschläge e_1 und e_2 der Mittelkraft N und die zugehörigen Randspannungen σ_1 und σ_2 wie folgt:

$$e_1 = -R + \frac{J}{St} = -R + \frac{0{,}25\,R^4\pi + R^4\cdot\pi}{R^3\pi} = 0{,}25\,R,$$

$$e_2 = \frac{J}{St} = \frac{\pi R^4}{8} : R^3\pi\cdot 0{,}2122 = 0{,}59\,R,$$

$$\sigma_1 = \frac{2\,NR}{St} = \frac{1}{0{,}5}\cdot\frac{N\cdot R}{R^3\pi} = \frac{1}{0{,}5}\cdot\frac{N}{R^2\cdot\pi},$$

$$\sigma_2 = \frac{N\cdot R}{St} = \frac{N\cdot R}{R^3\cdot\pi\cdot 0{,}2122} = \frac{1}{0{,}2122}\cdot\frac{N}{R^2\pi}.$$

Durch eine Steigerung der Angriffskraft H auf das $e_2 : e_1 = 0{,}59 : 0{,}25 = 2{,}35$ fache erfolgt eine Steigerung der Spannungen auf das $\frac{1}{0{,}2122} : \frac{1}{0{,}5} = 2{,}35$ fache.

Beim **Quadrat** (Abb. 25) ist

$$e_1 = -h + \frac{J}{St} = -h + \frac{\frac{b h^3}{6} + b h^2}{b h^2} = \frac{h}{6},$$

$$e_2 = \frac{J}{St} = \frac{\frac{b h^3}{12}}{\frac{b h^2}{6}} = \frac{h}{2},$$

$$\sigma_1 = \frac{2\,Nh}{b h^2} = 2\,\frac{N}{b h}, \qquad \sigma_2 = \frac{N\cdot h}{\frac{b h^2}{6}} = 6\,\frac{N}{b h}.$$

Die $e_2 : e_1 = 6 : 2 = 3$ mal erhöhte Angriffskraft H ruft $6 : 2 = 3$ mal so hohe Kantenpressungen hervor.

Genau genug kann man aus diesen Zahlen schließen, daß eine $n_0 = 2$ fache Steigerung von H die Spannungen auf das Doppelte erhöht.

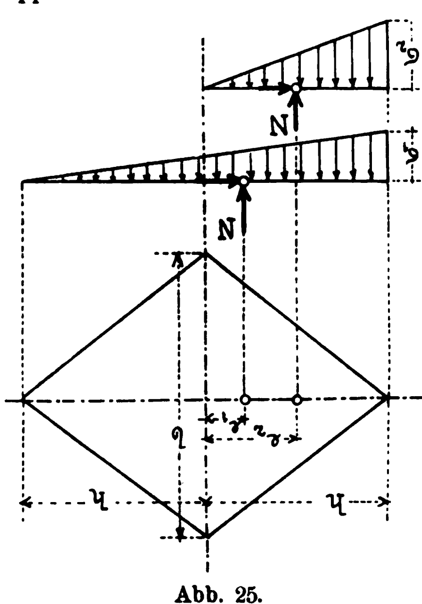


Abb. 25.

Da der Unterschied der Sicherheiten unter der Gebrauchs- und Gefahrbelastung beim Baugrund verhältnismäßig gering ist, die Nullinie sich also sehr weit vom Kipprande entfernt halten muß, so kann man zur genaueren Festsetzung der Beziehungen zwischen Kippsicherheit n und tatsächlicher Sicherheit n_0 auch die Jäckersche Formel benutzen, und zwar für beide Belastungszustände. Man erhält demnach für den **Vollkreis** unter Benutzung von Formel 20) und Abb. 24 folgende Gleichung dritten Grades zur Bestimmung von n_0

$$41)\quad x_1 + 1 - \frac{n-1}{n} - \left(1 - \frac{n-1}{n} - x_1\right)^3 \left(\frac{1}{x_2 - x_1}\right)^2 =$$
$$= \frac{1}{s}\left[x_1 + 1 - \frac{n-n_0}{n} - \left(1 - \frac{n-n_0}{n} - x_1\right)^3 \left(\frac{1}{x_2 - x_1}\right)^2\right].$$

Es haben dabei für den Vollkreis die kleinste Kernweite x_1 den Wert $x_1 = 0{,}25$, und die zweite Kernweite ist $x_2 = 0{,}59$.

Beim Rechteckrundriß kann man für genaueres Arbeiten die Beziehungen für Dreieck mit gedrückter Grundlinie und gedrückter Spitze, Formel 18) und 11), benutzen. Für gewöhnlich wird es genügen, einfach festzustellen, daß unter der Gebrauchsbelastung die Fundamentsohle sich nicht vom Erdreich abhebt, und daß genügende Sicherheit, mindestens zweifache, besser eine höhere des Baugrundes vorhanden ist. Was vom Kreis und Rechteck gilt, kann mit großer Annäherung auch auf ähnlich gestaltete Grundflächen übertragen werden.

Ein kleines Gleiten in der Fundamentfuge, nach dessen Eintritt der ruhende Erddruck als Gegenkraft in Wirksamkeit tritt, ist im allgemeinen nicht von Bedeutung. Mit der Tiefe der Fundierung, die mindestens Frostfreiheit gewähren muß, der dynamischen Pressungen und einer möglichst kleinen Einsenkung wegen nicht zu gering gewählt werden darf, wächst für den Fall der Gefahr auch die Größe des passiven Erddrucks.

Die vorstehenden Ausführungen bezogen sich in der Hauptsache auf hohe Schornsteine, deren Inanspruchnahme kaum von irgendeinem anderen Bauwerk erreicht werden dürfte. Die erörterten Gesichtspunkte gelten auch für andere hohe Bauten: Kaminkühler, Fördergerüste, Kirch- und Glockentürme. Welche Ermäßigung der vorhin für Kamine gestellten Forderungen eintreten kann, ist im

Einzelfalle nicht schwer zu beurteilen. Bei Glockentürmen tritt noch das Glockenmoment hinzu, herrührend von einer im Aufhängepunkte der Glocken angreifenden wagerechten Kraft, deren Größe nach Köpcke gleich dem Eineinhalbfachen des Glockengewichtes zu setzen ist.

Freistehende Windmauern (Zäune) niederer Höhe dürften mit einer Angriffsbelastung von 100 bis 125 $^{kg}/_{qm}$ unter der Gebrauchsbelastung und dem Doppelten bei der Gefahrlast vollkommen ausreichend berechnet sein. Hier wirkt der Wind hauptsächlich in zwei Richtungen, oft auch nur nach einer. Bei Hallenbauten mit systematischer Bindegliederung ist die Berechnung auch nicht schwierig durchzuführen; bei offenen Hallen ist noch ein von innen nach außen möglicher Windangriff in Betracht zu ziehen. Sehr schwierig gestaltet sich die Berechnung von Gebäudemauern, die durch Giebel und Querwände, Decken und Dach in wagerechter wie in senkrechter Richtung versteift, andererseits von Oeffnungen stark durchbrochen sind. Hier die Verhältnisse richtig abzuschätzen, richtige Annahmen zu machen, um einerseits sicher zu bauen, andererseits wirtschaftlich zu arbeiten, wird mehr oder minder dem „Blick" des Ingenieurs überlassen bleiben.

IX.

Die erforderliche Kippsicherheit bei eingespannten Trägern (Freiträgern) ist in der Hauptsache abhängig von der Nutzlast P, gleichmäßig verteilt gedacht. Die Untersuchung S. 17 war durchgeführt für die Gesamtbelastung Q. Steht das Eigengewicht G zur Nutzlast P in dem Verhältnis $G = \varepsilon P$, dann ist bei einer Steigerung der Gesamtlast Q auf $n_0 Q$, die die gleiche Wirkung ausüben soll wie die Steigerung der Nutzlast allein auf $n_1 P$

$$n_0 Q = n_1 \cdot P + G = n_1 P + \varepsilon P = (n_1 + \varepsilon) P$$

$$n_0 Q = n_0 (P + G) = n_0 (P + \varepsilon P) = n_0 (1 + \varepsilon) P.$$

Aus $n_0 (1 + \varepsilon) P = (n_1 + \varepsilon) P$ folgt

$$n_0 = \frac{n_1 + \varepsilon}{1 + \varepsilon}. \tag{42}$$

Hieraus kann zunächst festgestellt werden, welche Steigerung n_0 durch eine $n_1$fache Nutzlast im Verein mit dem Eigengewicht bedingt wird. Nimmt man z. B. bei Treppen, die nur eingespannt, nicht aber auch gegen die Podestträger gelagert sein sollen, an, daß sie äußerstenfalls eine dreifache Nutzlast zu tragen haben, setzt man weiter angenähert $P = G$, also $\varepsilon = 1$, so wird

$$n_0 = \frac{3 + 1}{1 + 2} = 2.$$

Für nur zweifache Steigerung der Nutzlast ergibt die gleiche Rechnung

$$n_0 = \frac{2 + 1}{1 + 1} = 1{,}5.$$

Die zweite Erhöhung dürfte in den meisten Fällen ausreichen. Um also die doppelte Nutzlast noch tragen zu können, ist eine tatsächliche Sicherheit $n_0 = 1{,}5$ nötig. Für diese und mit den Materialsicherheiten $s = 10$ und $s = 5$ unter dem Gebrauchsfall ergibt sich die erforderliche Kippsicherheit n für den Rechteckquerschnitt nach Formel 31)

$a : b =$	0,75	0,50	0,25
$s = 10$	$n = 1{,}59$	$n = 1{,}58$	$n = 1{,}57$
$s = 5$	$n = 1{,}68$	$n = 1{,}67$	$n = 1{,}65$

Ein Bruch würde rechnungsmäßig nach einer Steigerung der Nutzlast auf das Doppelte erfolgen, wenn die vorstehenden Kippsicherheiten vorhanden wären. Mit Rücksicht auf die günstig wirkende Biegedruckfestigkeit und die Vernachlässigung der Zugfestigkeit kann man indessen auch dann noch mit einer vorhandenen 1,5fachen Materialsicherheit rechnen.

Eine zulässige Kantenpressung von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{5}$ der Druckfestigkeit des Baustoffes dürfte wie bei den Stützmauern ausreichen. Die Verhältnisse liegen hinsichtlich der Materialbeanspruchung ähnlich wie dort, abgesehen davon, daß hier ein Schub nicht auftritt.

Wird also unter der Gebrauchslast die zulässige Spannung nicht überschritten, ist außerdem die der Gefahrbelastung angepaßte Kippsicherheit n, die aus vorstehender Tabelle zu entnehmen oder nach Formel 31) zu berechnen ist, vorhanden, dann ist ausreichende Sicherheit da.

Ist die Belastung keine so einfache wie in Abb. 9 angenommen, sind neben gleichmäßig verteilter Last noch Einzellasten vorhanden, dann kann dieser Fall auf den ersten in einfacher Weise zurückgeführt werden. Es ist ein Ersatzwert b' einzuführen, der sich ergibt aus $b' \cdot \Sigma P = M$, wo M das Moment sämtlicher den Freiträger belastenden Kräfte P in bezug auf die Kippkante A bedeutet. Die Formel 31) kann direkt benutzt werden, wenn an Stelle b gesetzt wird $b' = \frac{M}{\Sigma P}$.

Eine ausreichende Festigkeit des Trägers wird immer vorausgesetzt.

Untersucht man die Standfestigkeit bestehender eingespannter Treppen, so wird man finden, daß namentlich in den oberen Geschossen die Kippsicherheit eine äußerst knappe ist. Zum Teil besitzen diese Konstruktionen auch keine ausreichende Sicherheit, selten oder gar nicht erfahren sie die rechnungsmäßige Belastung, zum anderen Teile ist die Unsicherheit nur eine scheinbare. Um sich

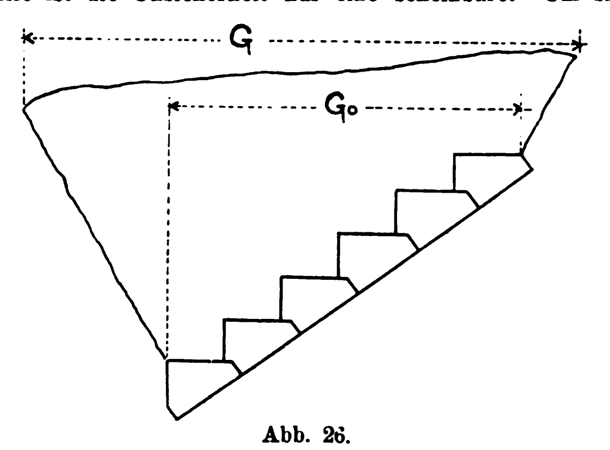


Abb. 26.

ein richtiges Bild zu machen, muß man nicht nur die lotrecht über dem Lauf gelegene Auflast G_0 in Rechnung ziehen (Abb. 26), sondern diejenige Last G, wie sie sich etwa beim Umkippen ergeben würde. Dazu fallen oft noch Anteile der Gewichte von Decken, Trägern, Dach usw. Aehnlich liegen im Hochbau die Verhältnisse bei anderen Kragkonstruktionen. Die Auflast, wie sie sich beim Bruche einstellen würde, kann bei Festlegung der erforderlichen Kippsicherheit natürlich auch benutzt werden.

Bei Vornahme von Belastungen zur Erprobung der Festigkeit von Stufen und Trägern ist stets zuerst nachzuprüfen, ob die erforderliche Kippsicherheit ausreicht und welche Beanspruchungen im Auflager auftreten.

Viel gebräuchlich ist die Auflagerung von Freiträgern mit Unter- und Ueberlagsteinen (Abb. 27). Sie soll wohl den Zweck haben, zunächst eine klare Kräftewirkung zu schaffen und bei Einschaltung eines druckfesteren Werksteines das Mauerwerk durch die hohen Kantenpressungen nicht direkt zu belasten. Was den letzten Punkt anbetrifft, so kann dies nur durch die den Trägerflansch weit überragende Breite des Werkstückes geschehen. Eine Aenderung der Spannungsfigur ist nicht möglich; das Gewicht des Steines oder der Mauer von Steinhöhe spielt dabei keine Rolle. Sodann ändert der Einbau von

Unter- und Ueberlagsteinen nichts an der Gesamtstabilität, deren Nachweis genau so wie auf S. 41 anzustellen ist. Die Standfestigkeit ist lediglich von der Größe und Lage der Mittelkraft R und der sich damit ergebenden Kantenpressung abhängig. Die aus dem Angriffsmoment M ermittelte Gegenkraft S muß in dem den Stein in der

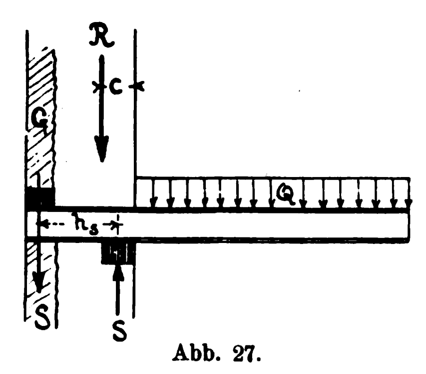


Abb. 27.

Bildebene direkt lotrecht belastenden Gewicht G (vgl. Abb. 27), das durch angehängtes Ankergewicht noch vermehrt werden kann, vorhanden sein, wenn die Kräftewirkung wie geplant eintreten soll. In vielen Fällen trifft dies nicht zu, aus dem einfachen Grunde, weil man sich begnügt, die Größe der Kantenpressung festzustellen, den Nachweis der Gesamtstandfestigkeit aber nicht durchführt. Daß dieser aber wichtiger als die scharfe Einhaltung der zulässigen Spannungen, ist eingehend erörtert worden.

Die vorstehende Untersuchung ist an Hand des einfachsten Falles durchgeführt, weil an ihm das Wesentliche scharf hervortritt. Für andere Fälle kann sie in ähnlicher Weise angestellt werden, wenn noch das Folgende beachtet wird.

Kragträger, die nicht durch Einspannung, sondern durch ein Gegengewicht gehalten werden, verlangen eine derartige Größe des letzteren, daß auch eine $n_0$fache Steigerung der Kragbelastung noch keine unmittelbare Gefährdung des Bauwerkes bedingt; dabei darf das Auflager auch noch nicht zugrunde gehen. Derartige Anordnungen sind sehr häufig im Hochbau (Balkone, Emporen, Gesimse), im Brückenbau (Fußwege) usw.

Umgekehrt können Konsolanordnungen als Gegengewicht benutzt werden, um die eigentliche Hauptkonstruktion zu sichern. Letztere muß im Falle der Gefahr durch die Konsole ausreichend entlastet werden. Die Standfestigkeit von Stützmauern wird auf diese Weise durch rückwärts ausladende Kragarme mit aufruhendem Erdgewicht verbessert. Es ist hierbei zu beachten, daß nicht der Fall eintritt, daß bei zu hoch angesetztem Erddruck und zu niedrig berechneter Auflast die Mittelkraft zu weit nach hinten austritt.

X.

Als Beispiel eines Bauwerkes, bei dem **alle** bis jetzt einzeln behandelten **Angriffsarten**: der Erddruck, Wasserdruck, Wind, die Kragwirkung und ähnlich wirkender Kräfteangriff nun **vereint** auftreten, soll das Widerlager einer Bogenbrücke (Abb. 28) besprochen werden.

Die Auflagerkräfte V, H und M des Bogens können in zwei Teile zerlegt werden. Stets unveränderlich bleibt die Wirkung der gesamten ständigen Belastung, wozu unter Umständen noch die Einflüsse von Ausrüstungsbewegungen und von Schwindkräften treten; auch die Auflagerkräfte infolge von Auflagerverschiebungen, -drehungen und -senkungen dauernder Natur gehören dazu. Der hiervon getrennt zu behandelnde Teil der Bogenauflagerkräfte wird hervorgerufen von der Verkehrslast und den Wärmeschwankungen sowie von Auflagerveränderungen, bedingt durch dieselben. Der erste Teil der Auflagerkräfte des Bogens kann mit dem Eigengewicht des Widerlagers samt der dauernd verbundenen Auflast und mit dem Gewicht der angehängten Flügelmauern vereinigt werden. Der winkelrecht zur Bildebene der Flügelmauer wirkende Erddruck der Hinterfüllung wird durch Zuganker mit dem Erddruck des gegenüberliegenden Flügels ausgeglichen; die Nutzlast oberhalb der Flügelmauern ist derartig klein, daß sie berücksichtigt oder nicht berücksichtigt keinerlei Einfluß ausübt. Die Mittelkraft aus der Gesamtheit dieser ruhenden Kräfte ist unveränderlich und bildet den Grundstock der Kräftezusammensetzungen.

Die Beanspruchungen durch diejenigen Kräfte und Zustände, die aller Wahrscheinlichkeit nach als dauernde oder sehr häufig auftretende anzusehen sind, haben Wert und werden zuerst zu ermitteln sein, auch wenn sie nicht die Größtwerte darstellen. Für letztere kommen zwei Kräftelagen in Betracht: einmal, wenn die Mittelkraft $R = (N, H)$ aller möglichen Kräftezusammenstellungen den größten Ausschlag nach links, die Lage c' von der linken Kippkante A' bewirkt; das andere Mal, wenn die entsprechende Lage c'' von der rechten Kippkante A'' erreicht wird. Es kommt vor allem darauf an, die angreifenden und widerstehenden Kräfte für den jedesmaligen Fall klar auseinanderzuhalten und die angreifenden Kräfte mit ihrem Höchstwert, die widerstehenden mit ihrem Mindestwert in Rechnung zu stellen. Natürlich muß die Möglichkeit derartiger Zusammenstellungen vorhanden sein. Die aus der ständigen, vorhin schon zusammengestellten Gesamtbelastung herrührende Mittelkraft zerfällt auch in eine angreifende und eine widerstehende Seitenkraft; diese beiden Teilkräfte sind jedoch stets unveränderlich.

Um die äußersten Lagen c' und c'' der Mittelkraft R zu erhalten, müssen zunächst die Bogenauflagerkräfte

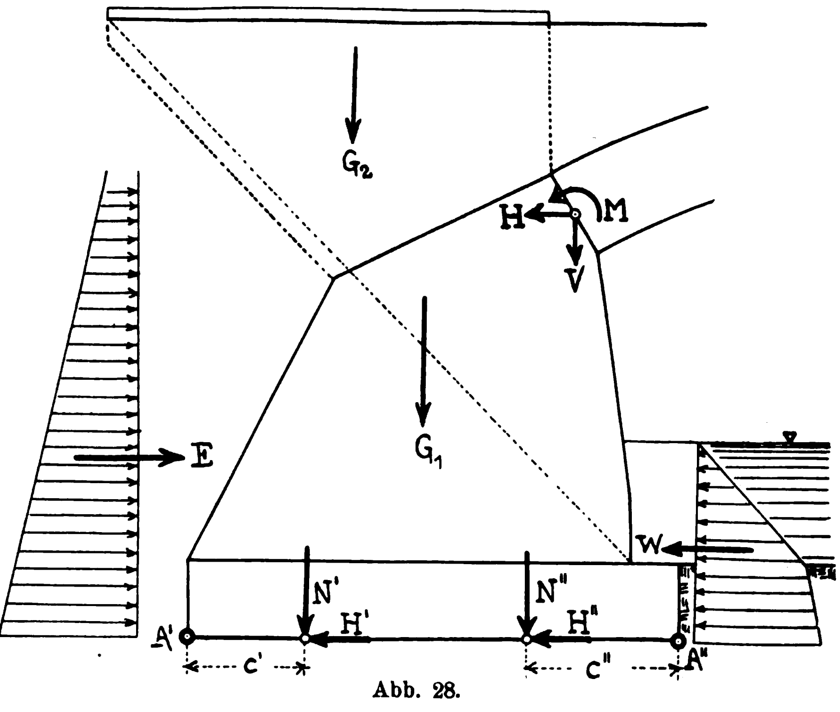


Abb. 28.

durch Größe und Stellung der Verkehrslast, durch entsprechende Wärmeschwankungen und durch zugehörige Auflagerveränderungen ihren jedesmaligen ungünstigsten Wert erreichen. Der Erddruck ist für die Lage c' widerstehende Kraft, daher mit möglichst kleiner tang des Erddruckdreiecks und voller Reibung einzuführen; im

Falle der Gefahr als ruhender Erddruck. Eine Auflast des Dammes darf nicht angenommen werden, eine mögliche Entfernung der Hinterfüllung zu Revisionszwecken etwa bis Kämpferhöhe zu berücksichtigen. Für Lage c'' ist der Erddruck mit seinem größtmöglichen Wert bei vorhandener Dammbelastung und Annahme geringster Reibung als angreifende Kraft anzusetzen. Umgekehrt beim Wasserdruck: zur Erzielung der größten Kräfteverschiebung nach links ist der höchste Wasserstand nötig, auch ist zu untersuchen, ob Unterdruck auftreten kann; als widerstehende Kraft ist Niedrigwasser vorauszusetzen, auch die Möglichkeit leeren Strombettes zu prüfen. In dieser Weise sind die äußersten Lagen der Mittelkräfte sowie ihre Größen für alle zu untersuchenden Fugen zu ermitteln, worauf dann in bekannter Weise die Kantenpressungen bestimmt werden. Die Größe der zulässigen Pressung ist nicht nur abhängig von der Tragfähigkeit des Baugrundes, auch die Einsenkbarkeit spielt für die vorliegende statisch unbestimmte Konstruktion eine große Rolle. Dasselbe ist der Fall für Verschiebungen des Widerlagers, die von dem Reibungsbeiwert zwischen Boden und Fundamentsohle und der Größe der Angriffskraft H abhängen. Der überhaupt mögliche Größtwert von H dürfte daher getrennt für die Bodenfuge zu ermitteln sein.

Zu diesen Kräften tritt noch rechtwinkelig zur Brücke wehender Wind, der besonders bei hohen und schmalen Bauten Bedeutung erlangen kann. Für sich allein liefert er die größten Pressungen in der Widerlagerkante parallel zur Brückenachse auf der Leeseite. Im Verein mit den anderen Kräften werden die beiden Punkte A' und A'' der Widerlagerkante am höchsten in Anspruch genommen. Die so ermittelte Punktpressung wird verhältnismäßig groß. Die zulässige Beanspruchung kann dann aber auch entsprechend erhöht werden.

Die Untersuchung ist anzustellen für die Gebrauchs-, für eine erhöhte Gebrauchs- und die Gefahrbelastung. Bei derartigen Bauwerken die erforderliche Kippsicherheit etwa von vornherein festzustellen oder vorzuschreiben, ist schlechterdings unmöglich. Im Einzelfalle kann man wohl die erforderliche Kippsicherheit schätzen, nachdem die einzelnen Kräfte ermittelt sind, z. B. für die erhöhte Gebrauchsbelastung aus dem Verhältnis der Kräfte zu einander. Welche Arten von Gefahr in Frage kommen, ist im Abschnitt I erörtert. Die Bedürfnisse des Einzelfalles sind maßgebend.

Anhang.

(Abmessungen und Beanspruchungen von Stützmauern.)

Zu Vergleichsentwürfen, Kostenermittelungen, zum Anhalt für den Ausführungsentwurf, auch direkt für Ausführungen sollen nachstehend die Unterlagen geschaffen werden, die bei Wahrung aller erforderlichen Sicherheit ein sofortiges Aufzeichnen des Stützmauerprofils ermöglichen. Die angestellten Entwickelungen und die Auswertung ihrer Ergebnisse sind erfolgt für zwei Vollmauerprofile a und b (Abb. 1 und 4). Profil a hat eine lotrechte Ansichtsfläche und eine geneigte rückwärtige Begrenzung; umgekehrt ist bei Profil b die vordere Wandfläche geneigt und die hintere steht im Lot. Profil a stellt sich wirtschaftlich etwas günstiger infolge Ausnutzung des auf den Absätzen aufruhenden Hinterfüllungskeiles aus Erde als widerstehende Kraft. Für Profile, die zwischen a und b liegen, können genau genug die Abmessungen und die Qualität der Baustoffe durch einfaches Interpolieren festgelegt werden. Später soll noch gezeigt werden, wie die erhaltenen Ergebnisse auch für Winkelstützmauern benutzt werden können.

Die Ableitungen sind erfolgt unter der Voraussetzung, daß der Erddruck wagerecht angreift und eine Reibung zwischen Erde und Wand vor der Hand nicht mitwirkt. In welcher Weise und bis zu welchem Grade die Reibung einen günstigen Einfluß ausübt, soll hernach auch untersucht werden, so daß die gefundenen Werte auch unter Berücksichtigung der Reibung verwendet werden können.

In Uebereinstimmung mit früheren Ausführungen ergibt sich auch rein empirisch, daß die Mauerstärke d lediglich von der erforderlichen, noch so klein gewählten Kippsicherheit abhängig ist. Die Beanspruchungen erreichen höhere Werte erst in größeren Tiefen, wo sie unter dem Drucke hohen Eigengewichtes stehen. Aus diesem Grunde könnte eine etwas höhere zulässige Pressung in Rechnung gestellt werden. Als ausreichende Kippsicherheit wird bei Vernachlässigung des günstigen Einflusses der Reibung der Wert $n = 1{,}5$ gehalten. Diesem Werte $n = 1{,}5$ entspricht nach früherem bei zehnfacher Materialsicherheit eine tatsächliche Steigerung der Angriffskräfte des Erddruckes von $n_0 = 1{,}45$; einer fünffachen Materialsicherheit würde $n_0 = 1{,}4$ entsprechen. Für die auf Grund der notwendigen Kippsicherheit ermittelten Mauerstärken d werden dann die zugehörigen Randspannungen σ gerechnet, die im allgemeinen sehr klein sind. Nach ihnen kann unter Berücksichtigung einer gewählten Materialsicherheit $s = 10 \sim 5$ die Qualität des Baustoffes festgestellt werden, die Wahl der Steingüte, des Mörtels, des Mischungs-

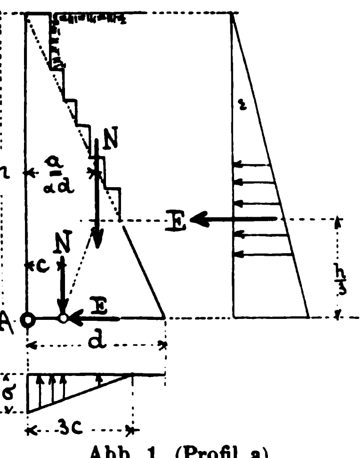


Abb 1 (Profil a).

verhältnisses. Weiter wird berechnet, wie groß der Teil $3c$ ist, der bei Annahme nur druckfesten Materials nicht aufreißt. Mit Hilfe von Formel 37) S. 26 kann alsdann bei angenommener Materialzugfestigkeit die Größe des wirklichen Risses näher ermittelt werden. Wird z. B. verlangt, daß das Maß $3c$ nicht kleiner sei als die halbe Mauerstärke d, dann wird bei zehnfacher Materialsicherheit und Annahme einer Zugfestigkeit von $\frac{1}{30}$ der Bruchfestigkeit die Rißgefahr gerade an der Grenze angelangt sein. Für viele Fälle ist die Kenntnis, wie tief die Fuge tatsächlich klafft oder ob überhaupt keine Rißgefahr besteht, von großer Wichtigkeit. Endlich wird noch die Ausladung z, der Vorsprung des Fundaments vor der Mauerflucht, festgestellt, der erforderlich ist, um die zulässige Bodenpressung nicht zu überschreiten oder gerade zu erreichen. Bei vorhandener zweifacher (nach früheren Ausführungen tatsächlich dreifacher) Sicherheit des Baugrundes muß die zu $n_0 = 1{,}4$ facher tatsächlicher Sicherheit, wie sie für die oberen Fugen als ausreichend angenommen war, zugehörige Kippsicherheit der Baugrundsohle $n = 1{,}6$ betragen. Sie wird nicht unterschritten. Kennt man den Vorsprung z, dann kann man auch leicht mit Hilfe des Ausladungswinkels $\alpha = \sim 60^0$ (Abb. 2) die zugehörige Mindesttiefe t der Fundierung finden. Werden Eisen zur Aufnahme der Biegungsspannungen in die Sohle eingelegt, dann kann statt der steilen Böschung auch eine flache Ausladung der Sohle erfolgen. Indessen ist die Fundierungstiefe t noch von anderen Bedingungen abhängig: sie muß die frostsichere Tiefe erreichen; auch

kann die Sohle tiefer hinabgeführt werden, um höhere zulässige Bodenpressungen zu erreichen.

Profil a. Bedeutet n die erforderliche Kippsicherheit, ε den Zahlenwert für die Tangente des Erddruckdreiecks, γ das spezifische Gewicht der Hinterfüllungserde, γ' das mittlere spezifische Gewicht von Boden und Baustoff, E die wagerechte Mittelkraft des Erddruckes $= \varepsilon\gamma\cdot\frac{h^2}{2}$, N das Gewicht der Auflast oberhalb der betrachteten Fuge $= d\cdot h\cdot\gamma'$ und sei der Abstand der Kraft N von der Kippkante $a = \alpha d$ (bei gegebenem spezifischen Gewicht von Baustoff und Hinterfüllungsboden ist der nähere Wert von α leicht zu bestimmen; er kann im allgemeinen mit $\frac{1}{2}$ angenommen werden), dann liefert für den Kippzustand das Gleichgewicht der Kräfte um den Punkt A (vgl. Abb. 1)

$$N\cdot\alpha d = nE\cdot\frac{h}{3}$$

$$(d\cdot h\cdot\gamma')\;\alpha d = n\cdot\left(\varepsilon\cdot\gamma\cdot\frac{h^2}{2}\right)\cdot\frac{h}{3}$$

$$1)\qquad d = \left(\sqrt{\frac{n}{6\alpha}\cdot\frac{\gamma}{\gamma'}}\cdot\sqrt{\varepsilon}\right)\cdot h.$$

Die Stärke d steht in linearem Verhältnis zur Höhe. Demnach hat eine Stützmauer mit Dreiecksquerschnitt für alle Fugen die gleiche Kippsicherheit.

Mit $n = 1{,}5$, $\alpha = \frac{1}{2}$ wird

$$1\text{a})\qquad d = \sqrt{\varepsilon}\cdot\sqrt{\frac{\gamma}{2\gamma'}}\cdot h.$$

Für den Kippzustand ist $N\cdot a = n\cdot E\cdot\frac{h}{3}$. Führt man diesen Wert in das Moment sämtlicher Kräfte unter der Gebrauchsbelastung, und zwar bezogen auf den Kipppunkt A ein, so beträgt das Moment

$$M_A = nE\,\frac{h}{3} - E\cdot\frac{h}{3} = (n-1)\,E\,\frac{h}{3} = (n-1)\,\varepsilon\gamma\,\frac{h^3}{6}.$$

Mit $d = \sqrt{\frac{n\gamma\varepsilon}{6\alpha\gamma'}}\cdot h$ aus Gl. 1) wird die Kraft $N = d\cdot h\cdot\gamma' = \sqrt{\varepsilon}\cdot\sqrt{\frac{\gamma\cdot\gamma'\cdot n}{6\alpha}}\cdot h^2$; sie ist in den Ausdruck $c = \frac{M_A}{N}$ einzuführen, worauf der Abstand c von der Kippkante A des Durchstoßpunktes der Mittelkraft erhalten wird

$$2)\quad c = \frac{(n-1)\,\varepsilon\cdot\gamma\cdot h^3}{6\sqrt{\varepsilon}\sqrt{\frac{\gamma\cdot\gamma'\cdot n}{6\alpha}}\cdot h^2} = (n-1)\cdot\sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}\cdot\frac{\alpha}{6n}}\cdot\sqrt{\varepsilon}\cdot h.$$

Man kann c mit Bezug auf Formel 1) auch schreiben

$$3)\qquad c = (n-1)\,\frac{\alpha}{n}\cdot d.$$

Mit den Sonderwerten

$$3\text{a})\quad n = 1{,}5;\ \alpha = \frac{1}{2}\ \text{wird}\ c = \frac{d}{6},\ 3c = \frac{d}{2};$$

bei Annahme nur druckfesten Materials reißt also die Fuge bis zum Schwerpunkt auf.

Für die Kantenpressung erhält man nach $\sigma = \frac{2N}{3c}$ mit Benutzung der vorstehend ermittelten Werte von N und c den Ausdruck

$$4)\ \sigma = \frac{2}{3}\cdot\frac{\sqrt{\varepsilon}\cdot\sqrt{\frac{\gamma\cdot\gamma'\cdot n}{6\alpha}}\cdot h^2}{\sqrt{\varepsilon}\cdot(n-1)\sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}\cdot\frac{\alpha}{6n}}\cdot h} = \frac{2}{3}\cdot\frac{n\cdot\gamma'}{(n-1)\,\alpha}\cdot h.$$

Die Spannung wächst geradlinig mit der Höhe h.

Mit $n = 1{,}5$, $\alpha = \frac{1}{2}$ wird sie

$$4\text{a})\qquad \sigma = \frac{4}{10}\,\gamma'\cdot h,\ \text{wenn}\ \gamma\ \text{in}\ t\ \text{und}\ h\ \text{in}\ m.$$

Vernachlässigt man sowohl das Gewicht des Vorsprungs (Abb. 2) wie auch den Gegenerddruck auf denselben, zwei Annahmen von sehr geringfügigem Einfluß,

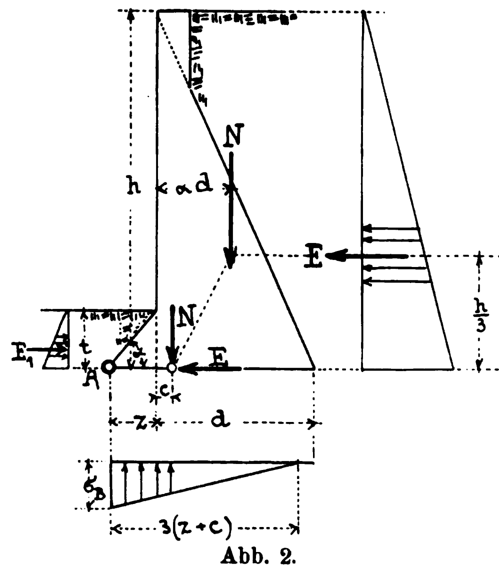


Abb. 2.

die außerdem die Sicherheit nur erhöhen, sei ferner die zulässige Bodenpressung σ_B, dann bekommt man aus der Formel für die Kantenpressung $\sigma_B = \frac{2N}{30\,(c+z)}$ die Vorsprungsgröße $z = \frac{2N}{30\cdot\sigma_B} - c$. Darin die schon bekannten Werte $N = \sqrt{\varepsilon}\cdot\sqrt{\frac{\gamma\cdot\gamma'\cdot n}{6\alpha}}\cdot h^2$ und $c = (n-1)\cdot\sqrt{\varepsilon}\cdot\sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}\cdot\frac{\alpha}{6n}}\cdot h$ eingeführt, gibt

$$5)\ z = \sqrt{\varepsilon}\cdot\sqrt{\gamma}\cdot h\left[\frac{2}{30\cdot\sigma_B}\cdot\sqrt{\frac{\gamma'\cdot n}{6\alpha}}\cdot h - (n-1)\sqrt{\frac{\alpha}{\gamma'\cdot 6n}}\right];$$

oder mit Bezug auf Gl. 1)

$$5\text{a})\qquad z = \left(\frac{2\gamma'}{30\,\sigma_B}\cdot h - \frac{n-1}{n}\,\alpha\right)\cdot d;$$

und mit $n = 1{,}5$, $\alpha = \frac{1}{2}$ wird

$$5\text{b})\quad z = \sqrt{2}\cdot\sqrt{\gamma}\cdot\sqrt{\varepsilon}\cdot h\left(\frac{\sqrt{\gamma'}}{30}\cdot\frac{h}{\sigma_B} - \frac{1}{12\sqrt{\gamma'}}\right)$$

$$\text{oder} = \frac{d}{6}\cdot\left(\frac{\sigma}{\sigma_B} - 1\right).$$

Die Ableitung ist an die Voraussetzung gebunden, daß

$$3\,(c+z) < d + z\ \text{oder}\ c + \frac{2}{3}\,z < \frac{d}{3}.$$

Nun ist nach Gl. 3a) $c = \frac{d}{6}$, mithin muß sein $\frac{d}{6} + \frac{2}{3}\,z < \frac{d}{3}$ oder $z < \frac{3}{2}\left(\frac{d}{3} - \frac{d}{6}\right)$ oder endlich

$$5\text{c})\qquad z < 0{,}25\,d,$$

eine Kontrolle, die bei jeder Benutzung der Gl. 5b) äußerst einfach anzustellen ist. Die Bedingung ist fast immer erfüllt. Nur bei bedeutenderen Stützmauerhöhen fällt die Mittelkraft in den Kern.

Ist nun die Ausladung aus irgendwelchem Grunde beschränkt, also z gegeben, desgleichen die Bodenpressung σ_B, dann läßt sich das noch unbekannte Stück d

der Sohlenbreite $(z + d)$ wie folgt berechnen. Dabei ist immer ausreichende Kippsicherheit vorhanden $(n > 1{,}5)$.

Der Ausschlag e (vgl. Abb. 3) beträgt $e = \frac{E}{N} \cdot \frac{h}{3}$.

Hierin die Werte $E = \varepsilon\gamma \cdot \frac{h^2}{2}$ und $N = d \cdot h \cdot \gamma'$ eingesetzt, gibt $e = \frac{\varepsilon}{6} \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot \frac{h^2}{d}$.

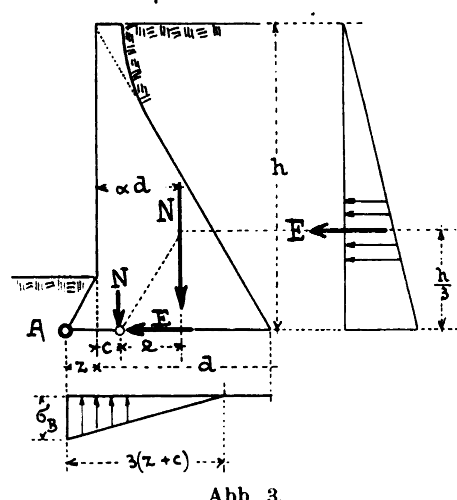


Abb. 3.

Aus der Bodenpressung $\sigma_B = \frac{2N}{30(c+z)} = \frac{2d \cdot h \cdot \gamma'}{30(c+z)}$

folgt $c + z = \frac{2d \cdot h \cdot \gamma'}{30 \cdot \sigma_B}$.

Mit $c = \alpha d - e = \alpha d - \frac{\varepsilon}{6} \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot \frac{h^2}{d}$ ergibt sich sodann folgende Gleichung zweiten Grades in d

$$\alpha d - \frac{\varepsilon}{6} \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot \frac{h^2}{d} + z = \frac{2d \cdot \gamma' \cdot h}{30 \cdot \sigma_B},$$

aus der mit den Abkürzungsbezeichnungen

$$A = \alpha - \frac{\gamma' \cdot h}{15 \cdot \sigma_B};\; B = z;\; C = \frac{\varepsilon}{6} \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot h^2$$

endlich folgt

$$d = -\frac{B}{2A} + \sqrt{\frac{C}{A} + \left(\frac{B}{2A}\right)^2}. \tag{6}$$

Für den Sonderfall $z = 0$, d. h. wenn die lotrechte Begrenzung der vorderen Mauerfläche bis zur Baugrundsohle hinabgeführt wird, vereinfacht sich Gl. 6) mit $\alpha = \frac{1}{2}$ zu

$$d = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot \frac{7{,}5\,\sigma_B}{7{,}5 \cdot \sigma_B - \gamma \cdot h}} \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot h. \tag{7}$$

Diese Gleichung ist auch anzuwenden, wenn die Mauerstärke ausnahmsweise nicht durch die Kippsicherheit n, sondern durch den Grenzwert der zulässigen Pressung bestimmt wird.

Die Ableitung der Formeln 6) und 7) ist wieder an die Bedingung geknüpft, daß das rechnungsmäßige Klaffen der Fuge auch tatsächlich eintritt, also

$$z + c < \frac{d+z}{3} \text{ oder } z + \left(\frac{d}{2} - \frac{\varepsilon}{6} \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot \frac{h^2}{d}\right) < \frac{d+z}{3}$$

$$\text{oder } \frac{2}{3} z + \frac{d}{6} < \frac{\varepsilon}{6} \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot \frac{h^2}{d}$$

$$\text{oder } \left(\frac{2}{3} z + \frac{d}{6}\right) d < \frac{\varepsilon}{6} \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot h^2. \tag{7a}$$

Nach Ermittelung der Mauerstärke d aus Gl. 6) ist die Kontrolle mit Gl. 7a) anzustellen. Sie wird fast immer erfüllt sein.

Endlich erhält man zur Beurteilung der Gleitsicherheit den Wert

$$\frac{E}{N} = \frac{\frac{1}{2}\varepsilon\gamma \cdot h^2}{\sqrt{\varepsilon} \cdot \sqrt{\frac{\gamma \cdot \gamma' \cdot n}{6\alpha}} \cdot h^2} = \sqrt{\frac{3\alpha}{2n}} \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}} \cdot \sqrt{\varepsilon}, \tag{8}$$

der mit den Sonderwerten $n = 1{,}5$, $\alpha = \frac{1}{2}$ übergeht in

$$\frac{E}{N} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}} \cdot \sqrt{\varepsilon}. \tag{8a}$$

Dieser Wert von $\frac{E}{N}$, den man auch als „Gleitangriffszahl" bezeichnen kann, darf unter Berücksichtigung der notwendigen Sicherheit den Reibungsbeiwert μ nicht überschreiten.

Profil b. Die Bedingung $n$facher Kippsicherheit liefert (Abb. 4) $N \cdot \frac{2}{3} d = n E \cdot \frac{h}{3}$ oder mit $N = \frac{\gamma' \cdot h \cdot d}{2}$, $E = n\varepsilon\gamma \frac{h^2}{2}$, $\gamma' \cdot \frac{h \cdot d^2}{3} = n\varepsilon \cdot \gamma \cdot \frac{h^3}{6}$, woraus

$$d = \left(\sqrt{\frac{n}{2}} \cdot \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}} \cdot \sqrt{\varepsilon}\right) \cdot h. \tag{9}$$

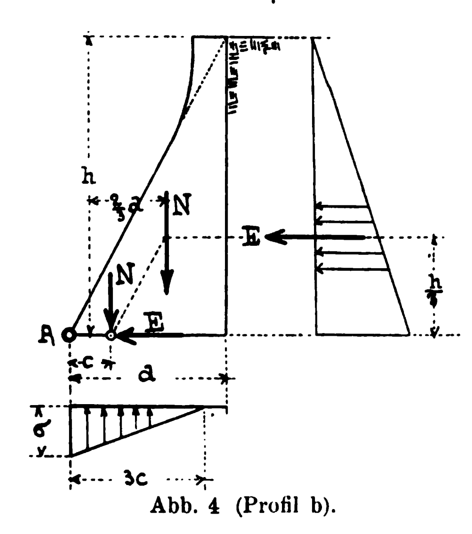


Abb. 4 (Profil b).

Wenn in jeder Fuge gerade $n$fache Kippsicherheit erreicht werden soll, nimmt die Mauerdicke d in geradem Verhältnis mit der Höhe zu. Das Profil wird also ein Dreieck.

Mit $n = 1{,}5$ vereinfacht sich Gl. 9) zu

$$d = \sqrt{0{,}75} \cdot \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}} \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot h. \tag{9a}$$

Soll in bezug auf den Punkt A das Moment sämtlicher Kräfte gerade im Gleichgewicht sein, dann muß sein $N \cdot \frac{2}{3} d = n E \frac{h}{3}$. Führt man letzteren Wert von $N \cdot \frac{2}{3} d$ in den Ausdruck für das Moment M_A unter der Gebrauchsbelastung ein, so wird (Abb. 4)

$$M_A = N \cdot \frac{2}{3} d - E \frac{h}{3} = (n-1) E \frac{h}{3} = (n-1)\,\varepsilon \cdot \gamma \frac{h^3}{6}.$$

Alsdann folgt aus $c = \frac{M_A}{N}$ mit $N = \gamma' \frac{h}{2} \cdot d = \left(\sqrt{\frac{n}{8}} \cdot \sqrt{\gamma \cdot \gamma'} \cdot \sqrt{\varepsilon}\right) \cdot h^2$

$$c = \frac{\sqrt{2}\,(n-1)\,\varepsilon\gamma \cdot h^3}{3\sqrt{n} \cdot \sqrt{\gamma \cdot \gamma'}\,\sqrt{\varepsilon} \cdot h^2} = \frac{\sqrt{2}\,(n-1)}{3\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}} \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot h. \tag{10}$$

Mit Bezug auf Gl. 9) kann man auch schreiben

$$11)\qquad c = \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{n-1}{n}\right) \cdot d.$$

Die Schreibweise für c nach Gl. 11) ist zweckmäßig, weil sie die rechnungsmäßige Auswertung bedeutend vereinfacht, sobald die Werte d ermittelt sind.

Mit $n = 1{,}5$ wird

$$11\,a)\qquad c = \frac{d}{4{,}5} = 0{,}223\, d;$$

rechnungsmäßig reißt die Fuge um $(1{,}0 - 3 \cdot 0{,}223) = 0{,}3\, d$ auf, also nicht so tief wie bei Profil a.

Die zu der Stärke d, wie sie nach Gl. 9) ermittelt ist, zugehörige Randspannung bestimmt sich aus $\sigma = \frac{2N}{30 \cdot c}$.

Mit (vgl. Abb. 4) $N = \sqrt{\frac{n}{8}} \cdot \sqrt{\gamma \cdot \gamma'}\, \sqrt{\varepsilon} \cdot h^2$ und $c = \frac{\sqrt{2}\,(n-1)}{3\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}} \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot h$ wird sie sodann

$$12)\qquad \sigma = \frac{1}{20} \cdot \frac{\gamma' \cdot n}{n-1} \cdot h.$$

Auch hier wächst die Spannung geradlinig mit der Höhe. Mit $n = 1{,}5$ beträgt sie

$$12\,a)\qquad \sigma = \frac{3}{20}\, \gamma' \cdot h.$$

Unter den gleichen Voraussetzungen wie bei Profil a und bei gegebener Randspannung des Baugrundes σ_B ergibt

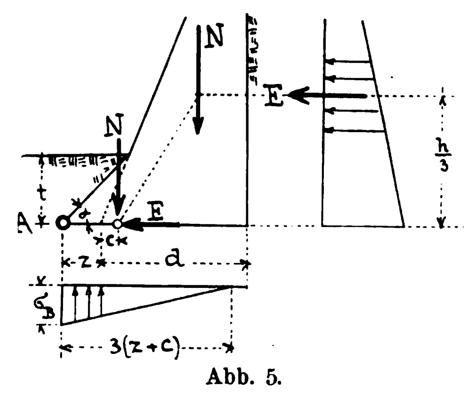


Abb. 5.

sich (Abb. 5) die Ausladung z aus $\sigma_B = \frac{2N}{3\,(c+z) \cdot 10}$ zu $z = \frac{2N}{30 \cdot \sigma_B} - c$. Hierin sind die Werte $N = \sqrt{\frac{n}{8}} \cdot \sqrt{\gamma \cdot \gamma'} \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot h^2$ und $c = \frac{\sqrt{2}}{3} \frac{n-1}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}} \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot h$ einzusetzen:

$$z = \frac{\sqrt{n} \cdot \sqrt{\gamma \cdot \gamma'} \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot h^2}{\sqrt{2} \cdot 30\, \sigma_B} - \frac{\sqrt{2}}{3} \frac{n-1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}} \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot h.$$

$$13)\qquad z = \left(\frac{\sqrt{n} \cdot \sqrt{\gamma'} \cdot h}{\sqrt{2} \cdot 30 \cdot \sigma_B} - \frac{(n-1)\sqrt{2}}{3\sqrt{n \cdot \gamma'}}\right) \sqrt{\gamma}\, \sqrt{\varepsilon} \cdot h.$$

Es kann z auch geschrieben werden

$$14)\qquad z = \left(\frac{\gamma' \cdot h}{30\, \sigma_B} - \frac{2}{3}\, \frac{n-1}{n}\right) \cdot d,$$

welche Schreibweise von Vorteil, wenn die Zahlen d bereits vorhanden. Für $n = 1{,}5$ wird die Vorsprunglänge

$$14\,a)\qquad z = \frac{1}{4{,}5} \left(\frac{\gamma' \cdot h}{6{,}67 \cdot \sigma_B} - 1\right) \cdot d \text{ oder } = \frac{d}{4{,}5}\left(\frac{\sigma}{\sigma_B} - 1\right).$$

Die Gl. 14) und 14a) sind gültig, wenn

$$z + c < \frac{z+d}{3} \text{ oder } c + \frac{2}{3}\, z < \frac{d}{3}.$$

Mit dem Werte $c = \frac{d}{4{,}5}$ entsprechend Gl. 11a), also für $n = 1{,}5$, muß sein

$$14\,b)\qquad \frac{d}{4{,}5} + \frac{2}{3}\, z < \frac{d}{3} \text{ oder } -0{,}11\, d + \frac{2}{3}\, z < 0$$

oder $z < 0{,}165\, d$.

Ist die Ausladung z wieder beschränkt und gegeben, feststehend ferner die Bodenpressung, dann ist die Zusatz-

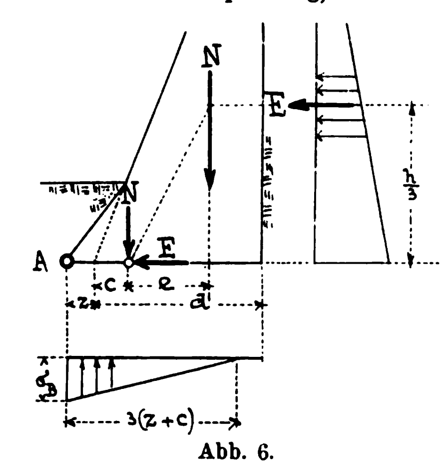


Abb. 6.

breite d der Sohle festzustellen. Es besteht die Beziehung $e = \frac{E}{N} \cdot \frac{h}{3}$ (vgl. Abb. 6). Werden

$$E = \varepsilon \cdot \gamma \cdot \frac{h^2}{2} \text{ und } N = d \cdot \frac{h \cdot \gamma'}{2}$$

darin eingesetzt, so wird

$$e = \frac{\varepsilon}{3} \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot \frac{h^2}{d} \text{ und } c = \frac{2}{3}\, d - \frac{\varepsilon}{3} \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot \frac{h^2}{d}.$$

Sodann beträgt die Kantenpressung des Baugrundes $\sigma_B = \frac{2N}{30\,(c+z)} = \frac{d \cdot h \cdot \gamma'}{30\,(c+z)}$, aus welcher folgt $c = \frac{d \cdot h \cdot \gamma'}{30 \cdot \sigma_B} - z$; diesen Wert von c gleichgesetzt dem früheren $c = \frac{2}{3}\, d - \frac{\varepsilon}{3} \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot \frac{h^2}{d}$, gibt folgende Gleichung zweiten Grades zur Bestimmung von d

$$\frac{2}{3}\, d - \frac{\varepsilon}{3} \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot \frac{h^2}{d} + z = \frac{d \cdot h \cdot \gamma'}{30 \cdot \sigma_B}.$$

Aus dieser mit den Abkürzungsbezeichnungen

$$A = \frac{2}{3} - \frac{\gamma' \cdot h}{30 \cdot \sigma_B};\; B = z;\; C = \frac{\varepsilon}{3} \frac{\gamma}{\gamma'} \cdot h^2$$

folgt endlich

$$15)\qquad d = -\frac{B}{2A} + \sqrt{\frac{C}{A} + \left(\frac{B}{2A}\right)^2}.$$

Setzt man in vorstehender Gleichung $z = 0$, also für lotrechte Fortführung der vorderen Fläche bis auf den Baugrund, z. B. bei Grenzmauern, auch zur Bestimmung der Mauerstärke d ohne Rücksicht auf die Kippsicherheit aus der höchst zulässigen Spannung, dann wird

$$16)\qquad d = \sqrt{\frac{10\, \gamma \cdot \sigma_B}{\gamma'\,(20 - \gamma' \cdot h)}} \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot h.$$

Die Gl. 15) und 16) gelten, wenn die Bedingung erfüllt ist

$$16\,a)\qquad z + c < \frac{d+z}{3} \text{ oder } z + \left(\frac{2}{3}\, d - \frac{\varepsilon}{3} \cdot \frac{\gamma}{\gamma'} \frac{h^2}{d}\right) < \frac{d+z}{3}$$

oder $\left(\frac{2}{3}\, z + \frac{d}{3}\right) d < \frac{\varepsilon}{3} \frac{\gamma}{\gamma'}\, h^2$.

Die Gleitangriffszahl bestimmt sich zu

$$17)\qquad \frac{E}{N} = \frac{\frac{1}{2}\, \varepsilon \gamma\, \sqrt{8} \cdot h^2}{\sqrt{n}\, \sqrt{\gamma \cdot \gamma'} \cdot \sqrt{\varepsilon} \cdot h^2} = \sqrt{\frac{2}{n}}\, \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}}\, \sqrt{\varepsilon}$$

und geht über mit $n = 1{,}5$ in

$$\text{17a)} \qquad \frac{E}{N} = 1{,}15 \sqrt{\frac{\gamma}{\gamma'}} \cdot \sqrt{\varepsilon}.$$

Auf Grund der vorstehend festgelegten Beziehungen sind für verschiedene Zahlenwerte ε der tang des Erddruckdreieckes und unter Annahme eines spezifischen Gewichtes $\gamma = 1{,}8$ der Hinterfüllungserde die Abmessungen d, die Spannungen σ, der wirksame Querschnitt $3\,c$, endlich die Ausladungen z, die verschiedenen Grenzwerten der zulässigen Bodenpressung entsprechen, rechnerisch ermittelt, und zwar für die beiden Stützmauerprofile, je nachdem sie aus Mauerwerk von 1600 $^{kg}/_{cbm}$ oder aus Stampfbeton von 2200 $^{kg}/_{cbm}$ bestehen. Die Werte sind in den untenstehenden Tabellen eingetragen und für den sehr häufig gebrauchten Wert $\varepsilon = 0{,}3$ auch zeichnerisch zur Darstellung gebracht (Abb. 10). Solche Profiltafeln können nach Bedarf auch für die anderen Werte ε mit Hilfe der Tabellenzahlen leicht hergestellt werden. Sie erleichtern die Uebersicht ganz außerordentlich. Zwischen den gerechneten Werten kann genau genug interpoliert werden.

Ein Profil mit scharfer Spitze wird man nicht ausführen aus praktischen Gründen. Letztere bestimmen die geringst ausführbare Kronenbreite. Der Uebergang aus dieser oberen Breite in das theoretische Profil kann nach der in Abb. 1 und 4 angedeuteten Weise erfolgen, wenn man, namentlich bei Mauern von niederer Höhe, es nicht vorzieht, das Trapezprofil mit d als unterer und der Kronenbreite als oberer Seite zu wählen. Die Sicherheit wird durch diese Profilverbesserungen nur erhöht, was auch aus dem Grunde einer Belastung der Hinterfüllung durch Nutzlast zweckmäßig ist. Bei größeren Nutzbelastungen kann man einfach so verfahren, daß man Kronen- wie Fußbreite für eine Mauer bestimmt, deren Höhe gleich der wirklichen Mauerhöhe mehr der durch Umwandlung von Nutzlast in Hinterfüllung sich ergebenden.

Wählt man $\varepsilon = 1$ und $\gamma = 1$, dann gelten die Formeln auch für Wasserdruck, wobei man die Möglichkeit und Zulässigkeit auftretbarer Risse einer besonderen Prüfung unterziehen muß. Im allgemeinen pflegt man bei Mauern gegen Wasserdruck die Mittelkraft nicht aus dem Kern heraustreten zu lassen. Auch tritt hier die Kippsicherheit gegen die anderen Sicherheiten zurück.

Die hauptsächlich durch mögliche Reibung hervorgerufene senkrechte Seitenkraft des Erddruckes sei μE, wo E die wagerechte Seitenkraft und μ der Reibungsbeiwert von Erde und Mauerwerk. Der Einfluß der hinteren Neigung der Wand ist verhältnismäßig gering und soll der Einfachheit halber nicht berücksichtigt werden. Wie schon gesagt, ist die Kraft E als wagerechte Seitenkraft, nicht als Gesamterddruck (Mittelkraft) hier eingeführt. Durch Wahl eines entsprechenden kleineren ε-Wertes kann dem Rechnung getragen werden.

Die Reibungskraft μE ist in zweierlei Richtung auf die Stützmauer von Einfluß. Zunächst vermehrt sie die widerstehende Kraft, sodann vergrößert sie auch den Abstand derselben von der Kippkante, wirkt also in günstigem Sinne. Dasselbe ist auch der Fall hinsichtlich der Gleitsicherheit. Man kann nun, wie dies nachstehend zu Vergleichszwecken nur zum Teil geschehen, genau in der gleichen Weise, wie bisher ohne Reibung, alle Beziehungen auch mit Berücksichtigung der Reibung aufstellen. Dieses bietet keinerlei Schwierigkeiten, nachdem man sich über die Höhe des Reibungswertes μ schlüssig geworden ist.

Profil a. Die Kippbedingung lautet nun (Abb. 7):

$$\left(G \cdot \frac{d'}{2} + n \mu E \cdot \frac{2}{3}\, d'\right) = n E \cdot \frac{h}{3}.$$

Mit $G = d' \cdot h \cdot \gamma'$ und $E = \varepsilon \cdot \gamma \, \frac{h^2}{2}$ geht sie über in

$$\frac{1}{2}\, d'^2 \cdot h \cdot \gamma' + \frac{\varepsilon}{3}\, n \mu d' \gamma \cdot h^2 = n \varepsilon \gamma \frac{h^3}{6},$$

woraus $\quad d'^2 + \frac{2}{3}\, \varepsilon \cdot \frac{\gamma}{\gamma'}\, n \mu \cdot h\, d' = n \varepsilon \frac{\gamma}{\gamma'} \frac{h^2}{3} \quad$ und

$$\text{18)} \quad d' = \left[-\mu \frac{n}{3} \frac{\gamma}{\gamma'} \varepsilon + \sqrt{\frac{n}{3} \varepsilon \frac{\gamma}{\gamma'} \left(1 + \frac{n}{3} \varepsilon \frac{\gamma}{\gamma'} \mu^2\right)}\right] \cdot h.$$

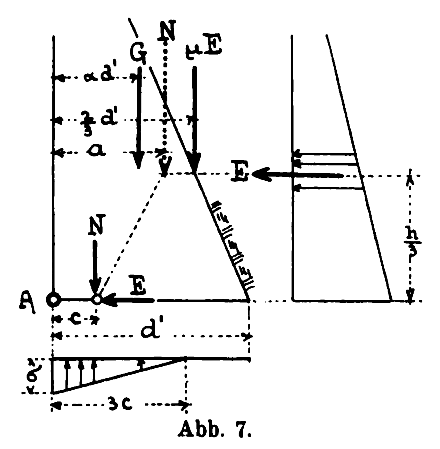


Abb. 7.

Das zweite Klammerglied $\frac{n}{3} \varepsilon \frac{\gamma}{\gamma'} \mu^2$ unter dem Wurzelzeichen ist sehr klein gegen 1 und kann vernachlässigt werden, so daß genau genug

$$\text{18a)} \quad d' = \left[-\left(\mu \frac{n}{3} \frac{\gamma}{\gamma'}\right) \sqrt{\varepsilon} + \sqrt{\frac{n}{3} \frac{\gamma}{\gamma'}}\right] \sqrt{\varepsilon} \cdot h.$$

Mit $\gamma = \gamma'$, $n = 1{,}5$ und $\mu = 0{,}3$ erhält man ohne Reibung die Stärken d und mit Berücksichtigung der Reibung die Werte d' bei einer tang des Erddruckdreiecks

$\varepsilon = 0{,}15 \qquad \varepsilon = 0{,}30 \qquad \varepsilon = 0{,}45$
$d' = 0{,}253\,h \quad d' = 0{,}346\,h \quad d' = 0{,}41\,h$ mit Gl. 18a)
$d = 0{,}276\,h \quad d = 0{,}390\,h \quad d = 0{,}475\,h$ mit Gl. 1a).

Durch Mitwirkung der Reibung würde statt der Kippsicherheit 1,5 sich mit Benutzung von Gl. 18) die erhöhte Kippsicherheit berechnen für

$\varepsilon = 0{,}15 \qquad \varepsilon = 0{,}30 \qquad \varepsilon = 0{,}45$
zu $n = 1{,}82 \qquad n = 1{,}98 \qquad n = 2{,}09.$

Die Vermehrung der Kippsicherheit nimmt zu mit wachsendem μ und wachsendem ε.

Profil b. Aus der Gleichgewichtsbedingung beim Kippen (Abb. 8) $\left(G \frac{2}{3} d' + n \mu \cdot E \cdot d'\right) = n E \frac{h}{3}$ folgt mit $G = \frac{d' h \cdot \gamma'}{2}$ und $E = \varepsilon \gamma \frac{h^2}{2}$

$$\frac{d'^2 \cdot h \gamma'}{3} + \frac{d' n \mu \varepsilon \gamma \cdot h^2}{2} = \frac{n \varepsilon}{6} \frac{\gamma}{\gamma'} h^2, \text{ woraus}$$

$$\text{19)} \quad d' = \left[-\frac{3}{4} \frac{\gamma}{\gamma'} n \mu \varepsilon + \sqrt{\frac{n}{2} \varepsilon \frac{\gamma}{\gamma'} \left(1 + \frac{9}{8} n \varepsilon \frac{\gamma}{\gamma'} \mu^2\right)}\right] \cdot h.$$

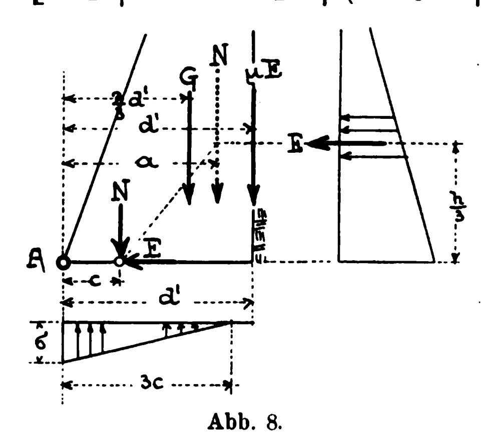


Abb. 8.

Bei beiden Profilen a und b wächst auch unter Einwirkung der Reibung die Stärke d in einfachem Verhältnis zur Höhe h.

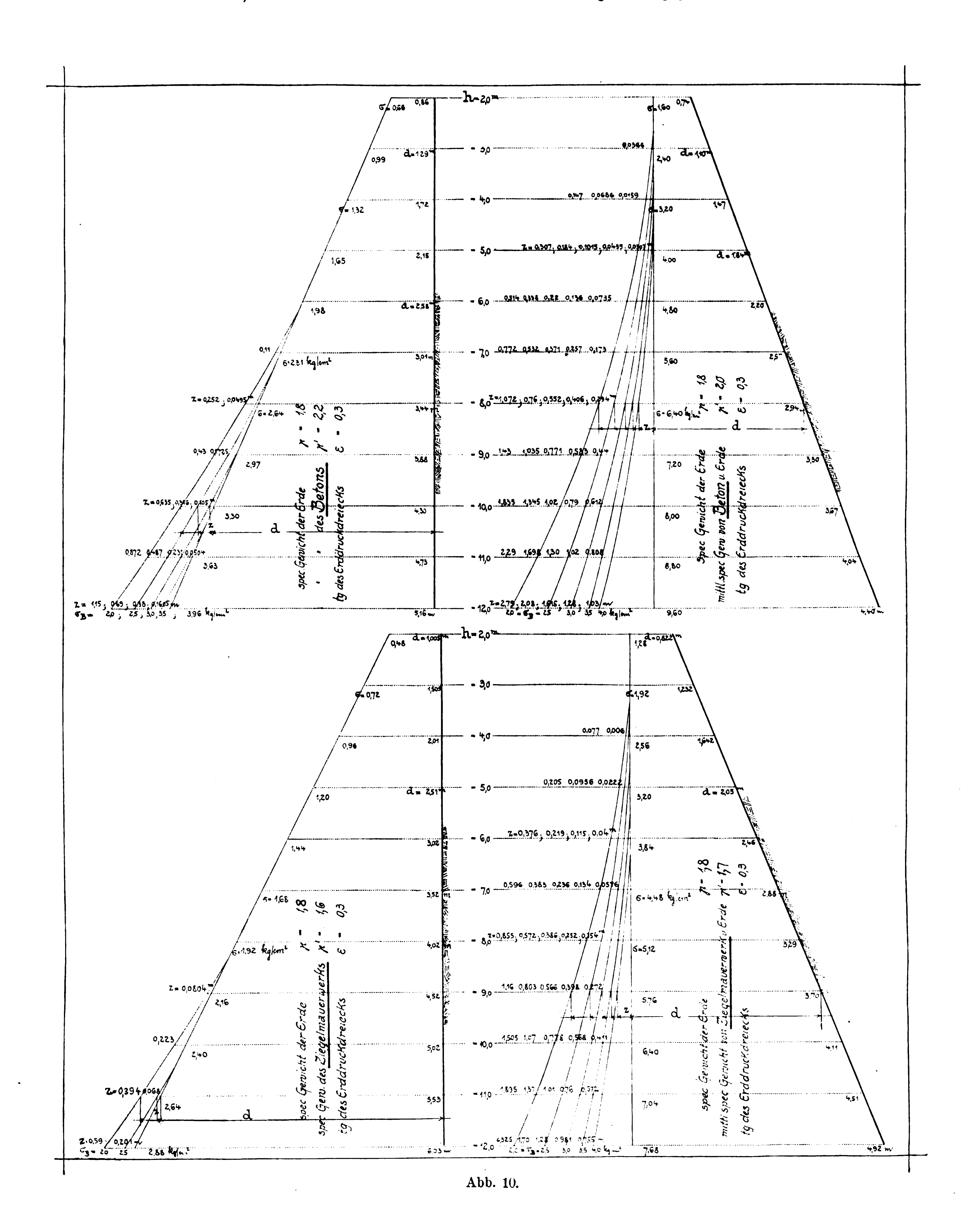


Abb. 10.

Das Glied $\frac{9}{8}\, n\,\varepsilon\, \frac{\gamma}{\gamma'}\, \mu^2$ kann wieder gegen 1 vernachlässigt werden, so daß

$$19\,\mathrm{a})\quad d' = \left[-\frac{3}{4}\,\frac{\gamma}{\gamma'}\, n\,\mu \sqrt{\varepsilon} + \sqrt{\frac{n}{2}\,\frac{\gamma}{\gamma'}}\,\right] \sqrt{\varepsilon}\cdot h.$$

Mit $\mu = 0{,}3$, $\gamma = \gamma'$ und $n = 1{,}5$ erhält man wieder folgende Vergleichswerte

$\varepsilon = 0{,}15$	$\varepsilon = 0{,}30$	$\varepsilon = 0{,}45$	
$d' = 0{,}284\,h$	$d' = 0{,}374\,h$	$d' = 0{,}420\,h$	mit Gl. 19a)
$d = 0{,}336\,h$	$d = 0{,}475\,h$	$d = 0{,}58\,h$	mit Gl. 9a)
$n = 2{,}16$	$n = 2{,}63$	$n = 3{,}14$	mit Gl. 19).

Mit wachsendem Reibungsbeiwert μ (im allgemeinen ist μ nicht höher als 0,3 einzusetzen!) steigt auch die Kippsicherheit n, und zwar mehr bei höheren Werten von ε, sodann in stärkerem Maße bei Profil b als bei Profil a. Die Vergleichszahlen geben genügenden Anhalt, um bei wirksamer Reibung die Werte ohne Reibung verbessern zu können. Nach Bedarf können die Vergleichszahlen noch vermehrt werden. Die Spannungen werden etwas höher, was aber von untergeordneter Bedeutung.

Ist in irgendeinem Falle bei nicht mitwirkender Reibung die Kippsicherheit von 1,5 zu gering, so kann man mit Hilfe der allgemein gültigen Formeln sich neue Zahlenwerte ausrechnen, kann aber auch die bereits vorhandenen in folgender Weise benutzen. Die Kippsicherheit steht in einfachem Verhältnis zu ε. Ist ε gegeben und wird eine höhere Kippsicherheit n als 1,5 verlangt, so ist einfach der Wert ε zu erhöhen auf $\varepsilon' = \frac{\varepsilon \cdot n}{1{,}5}$ und für diesen sind die Mauerdicken d aus der Tabelle zu entnehmen. Zu bemerken wäre noch, daß die ε' zugehörige Randspannung kleiner ist und nach Gl. 4) oder 12) bestimmt werden kann.

Für die Anordnung von Winkelstützmauern ist in der Hauptsache maßgebend die Standfestigkeit im Fundament. Nun stimmt das mittlere spezifische Gewicht von Wand- und Hinterfüllungsmaterial im großen und ganzen mit dem entsprechenden Wert von Vollmauern

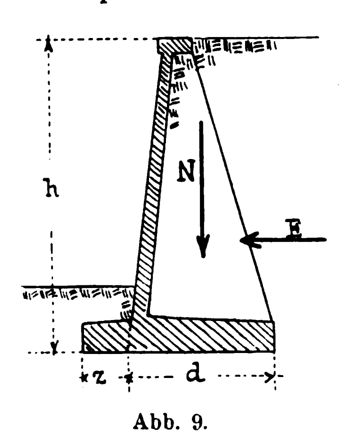
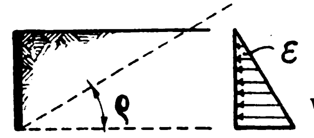


Abb. 9.

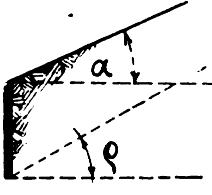
überein. Man kann also die Tabellenwerte z und d (vgl. Abb. 9) für die erste Annäherung direkt benutzen. Wünscht man keinen so großen Vorsprung z, als ihn die Tabelle für die jeweilig zulässige Bodenpressung angibt, dann muß das Maß d vergrößert werden. Mit gegebenen z und σ_B berechnet sich der erforderliche Wert von d aus Gl. 6) oder 15). Steht umgekehrt rückwärts der Bauflucht nur ein beschränkter Raum von der Tiefe d zur Verfügung, dann erhält man nach früherem, Gl. 5) oder 13), bei gegebenem d und σ_B leicht die Ausladung z. Dabei muß auch stets die erforderliche Kipp- und Gleitsicherheit vorhanden sein.

Zum Schluß seien noch für einige häufig vorkommende Belastungsfälle der Hinterfüllung die nach der Rebhannschen Erddrucktheorie ermittelten Werte ε der tang des Erddruckdreieckes mitgeteilt, und zwar unter Voraussetzung nicht mitwirkender Reibung:



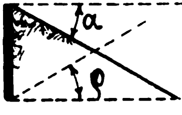
Wagerechte Erdoberfläche.

Böschungsverhältnis		
ρ	tang ρ	
15°	1 : 3¾	$\varepsilon = 0{,}588$
21° 45′	1 : 2½	$\varepsilon = 0{,}458$
26° 35′	1 : 2	$\varepsilon = 0{,}382$
29° 45′	1 : 1¾	$\varepsilon = 0{,}337$
33° 40′	1 : 1½	$\varepsilon = 0{,}287$
45°	1 : 1	$\varepsilon = 0{,}1725$
53° 10	1 : ¾	$\varepsilon = 0{,}1122$
63° 26′	1 : ½	$\varepsilon = 0{,}0565$
71° 35′	1 : ⅓	$\varepsilon = 0{,}0256$
75° 58′	1 : ¼	$\varepsilon = 0{,}0144$



Ansteigende Erdoberfläche.

ρ	1 : 1 $\alpha = 45°$	1 : 1½ $\alpha = 33°\ 40$	1 : 2 $\alpha = 26°\ 35'$
26° 35′ 1 : 2	$\varepsilon = 1{,}00$	$\varepsilon = 0{,}65$	$\varepsilon = 0{,}55$
33° 40′ 1 : 1½	0,62	0,45	0,40
45° 1 : 1	0,29	0,24	0,22



Fallende Erdoberfläche.

ρ	1 : 1 $\alpha = 45°$	1 : 1½ $\alpha = 33°\ 40$	1 : 2 $\alpha = 26°\ 35'$
26° 35′ 1 : 2	$\varepsilon = 0{,}25$	$\varepsilon = 0{,}27$	$\varepsilon = 0{,}29$
33° 40′ 1 : 1½	0,19	0,21	0,23
45° 1 : 1	0,12	0,23	0,29

Wirtschaftlichkeitsnachrechnungen an ausgeführten Wasserkraftanlagen.

Von Regierungsbaumeister a. D. Rümelin.

Einleitung.

In der im Dezember 1910 erschienenen Monographie von Peter und Wagner über das Albulawerk sind die Wasserkraftanlagen von Thusis-Tiefenkastel eingehend beschrieben, welche bei einer Größe von ungefähr 22400 Brutto-P. S. und einer elektrischen Fernleitung von fast 140 km die Stadt Zürich mit elektrischer Kraft versorgen. Wenn alle Besitzer von großen Wasserkraftanlagen mit derselben Gründlichkeit und Klarheit ihre Veröffentlichungen über ihre Bauten und Betriebe herausgeben würden, so würde dadurch dem technischen Fortschritt im allgemeinen und dem der Wasserkraftanlagen im besonderen ein ausgezeichneter Dienst geleistet. Unter der Fülle von Interessantem, das die Monographie bietet, soll hier auf einige wirtschaftliche Nachrechnungen näher eingegangen werden, welche sich an Hand der in der Schrift gegebenen Daten vornehmen lassen. Es sind zwar nicht alle Angaben vollständig, um diese Nachrechnungen mit absoluter Schärfe durchzuführen, doch genügen die gegebenen Daten immerhin. Die Oekonomik oder die Lehre von der Wirtschaftlichkeit ist ein ebenso wichtiges wie schwieriges Kapitel bei den Wasserkraftanlagen. Man findet selten in der Literatur etwas darüber, wie auf Grund von tatsächlichen Ergebnissen die Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage nachher sich eingestellt hat. Aus der Monographie von Peter und Wagner lassen sich zwei interessante und wichtige wirtschaftliche Nachrechnungen ermöglichen:

1. eine Rentabilitäts- oder Ertragsberechnung der an einem bestimmten Tage entstandenen Betriebskosten der Kilowattstunde und
2. eine sogenannte Kostenminimumsrechnung, nämlich die Nachrechnung des wirtschaftlichen Durchmessers der Druckrohrleitung.

In den Angaben über die Kosten einer Kilowattstunde herrscht in der Literatur ein buntes Durcheinander, oft auch ist ungenau oder gar nicht angegeben, an welchem Ort der Ertragspreis zu verstehen ist, ob an der Turbinenwelle oder der elektrischen Welle, ob loko Kraftstation oder am Endpunkt der Fernleitung usw. Der Verfasser hat daher diese verschiedenen Ergebnisse auseinandergehalten und ferner, was infolge der schätzenswerten detaillierten Angaben der Veröffentlichungen möglich war, den Einfluß der Wasserfernleitung bestimmt, d. h. die Rentabilität berechnet

1. für den Fall der wirklich bestehenden Albula-Kraftanlage und
2. für den gedachten Fall, daß keine Wasserfernleitung vorhanden wäre.

Desgleichen sind die Kosten der Kilowattstunde loko Kraftstation und loko Endpunkt der Fernleitung voneinander getrennt. Die Nachrechnung des wirtschaftlichen Durchmessers zeigt, daß die tatsächliche Ausführung in ausgezeichneter Uebereinstimmung mit der Theorie steht.

A. Ertragsberechnung (Rentabilitätsberechnung) des Albula-Kraftwerkes auf Grund der Kraftleistung vom 9. Dezember 1910.

I. Zusammenstellung der Daten.

Die Konstituenten der Wasserkraft an jenem Tage waren

$$Q = 6{,}25\ ^{\text{cbm}};\quad H_{\text{roh}} = 148{,}85\ ^{\text{m}}\ *).$$

Was unter Rohgefälle H_{roh}, Bruttogefälle usw. zu verstehen ist, möge in den demnächst bei Göschen erscheinenden „Wasserkraftanlagen" oder in Holls „Anleitung zum Turbinenrechenschieber", 2. Auflage, bei Oldenbourg in München, nachgelesen werden.

a) Kraftstufe.

Die Eigenart der Kraftstufe wird durch folgende Angaben deutlich. Bei Alvaschein befindet sich die Albula ungefähr auf der Kote 812, bei Sils ungefähr auf der Kote 670. Es ergibt sich also ein $H_{\text{roh}} = 142\ ^{\text{m}}$. Der Wasserhaushalt der Albula ist ungefähr folgendes: Wintermittelwasser 9, Sommermittelwasser 32, Katastrophenniederwasser 5, Katastrophenhochwasser 73 cbm pro Sekunde. Hierzu kommen noch folgende Angaben über die Jahresperioden der Wassermenge: Sommerhochwasser 53, Winterniederwasser 6 cbm pro Sekunde.

Die Speicherung des Albulawerkes ist so groß bemessen, daß 420000 cbm aufgesammelt werden können. Die Aufbrauchung dieses Stauinhalts innerhalb eines Tages würde z. B. eine Flußwassermenge von 6 cbm auf eine Werkwassermenge von $\frac{6 \cdot 420\,000}{86\,400} = 10{,}9\ ^{\text{cbm}}$ erhöhen, oder man könnte stundenweise sogar 16 cbm aus dem Werk entnehmen. Die Albula kann an der Entnahmestelle bei Alvaschein von + 812,0 maximal auf + 825,0 aufgestaut werden. Bei gefülltem Staubecken liegt der Entnahmespiegel im Mittel auf 820, und es ist dann ein verändertes Rohgefälle von 820 — 671,15 = 148,85 m an dem betrachteten Tage, 9. Dezember 1910, vorhanden gewesen. Wie weiter unten in der Monographie mitgeteilt wird, entwickelte die Wasserkraftanlage an diesem Tage 11950 Bruttopferde, was bei einem „äußeren" Wirkungsgrad von $\eta_a = 0{,}992$ eine Rohleistung ergibt von $\frac{11\,950}{0{,}992} = 12\,080$ P. S., entsprechend einer Wassermenge von $Q = \frac{12\,080 \cdot 75}{148{,}85 \cdot 1000} =$ rund $6{,}1\ ^{\text{cbm}}$.

b) Wasserbau und Wasserfernleitung.

Der Verlauf des Wassers zwischen Wehr und Kraftstation erfolgte, wie aus den Angaben der Veröffentlichung zu entnehmen ist, an jenem Tage so, daß ein Bruttogefälle von 147,42 m vorhanden war. Der Querschnitt des Stollens beträgt 7,387 qm bei einem benetzten Umfange von $p = 9{,}824\ ^{\text{m}}$. Für $Q = 6{,}1\ ^{\text{cbm}}$ gibt dies eine mittlere Geschwindigkeit im Stollen von $v = \frac{6{,}1}{7{,}387} = 0{,}82\ ^{\text{m}}$. Läuft die größte Wassermenge, d. h. $Q = 16\ ^{\text{cbm}}$, durch das Profil, so wird ein Gesamtgefälle von 1,36 ‰ verbraucht bei einer mittleren Wassergeschwindigkeit von 2,17 m. Der mittleren Geschwindigkeit von 0,82 m ent-

*) Es fehlt bis heute unter einem zusammenfassenden Namen für diejenigen Faktoren, aus welchen sich eine „Wasserkraft" zusammensetzt. Ich habe nach Analogie der Bodenphysik diesen Namen, Konstituenten einer Wasserkraft, gewählt. In der Landwirtschaft wird bekanntlich die Charakteristik eines Bodens ausgedrückt durch die sogenannten „Bodenkonstituenten", Bodenskelett und Feinerde, je nach der Mischung dieser ergibt sich eine besondere Bodenart. Nachdem dieser Begriff allmählich sich eingebürgert hatte, wurde mit der Zeit dafür das deutsche Wort Bodenbildner gebraucht. Ich bin mir wohl bewußt, daß man keine unnötigen Fremdwörter benutzen soll, aber in vorliegendem Fall gleich von vornherein das Wort Wasserkraftbildner zu prägen, habe ich mich doch gescheut. Es ist auch sonst in der Technik üblich, daß man für einen neuen Begriff oder eine Begriffszusammenfassung zunächst ein Fremdwort nimmt, weil mit diesem Fremdwort sich der Begriff schärfer ausdrücken läßt und die Gefahr ausgeschlossen erscheint, daß Geber und Empfänger Verschiedenes unter dem betreffenden Wort verstehen. D. Verf.

sprach also ein Spiegelgefälle von $\frac{1,36 \cdot 0^2,82}{2^2,17} = 0,19\ ^0/_{00}$.

Der Gefällsverlust betrug demnach an diesem Tage 0,19 · 7500 (Länge der Wasserfernleitung) = 1,43 m und daher der „äußere" Wirkungsgrad $\eta_a = \frac{147,42}{148,18} = 0,992\ ^0/_0$.

Die Druckrohrleitung besitzt eine Länge von 430 m und einen Durchmesser von 1,90 m. Die Gefällsverluste in der Druckrohrleitung lassen sich ungefähr wie folgt ermitteln:

Reibungsverlust in der Druckrohrleitung h_{rohr}	= 0,17 m
Gefällsverlust zur Erzeugung der Rohrgeschwindigkeit h_{erz}	= 0,05 m
Gefällsverlust in den Krümmungen = $\frac{\Sigma \delta}{1000\ mm}$	= 0,21 m
Gefällsverlust im Absperrorgan (Drosselklappe im oberen Apparatenhaus und Schieber am Krafthaus) geschätzt zu	0,25 m
Summe, Gefällsverlust zwischen Wasserschloß und Kraftstation h_i	= 0,68 m

Der „innere" Wirkungsgrad beträgt also: $\eta_i = \frac{146,74}{147,42} = 0,996\ ^0/_0$.

An Nettoleistung wurde geliefert 11 950 · 0,996 = 11 900 P. S.

An Kosten lassen sich aus der Schrift für den wasserbaulichen Teil ungefähr folgende Aufwendungen entnehmen:

Wasserbau	885 000 M.
Wasserfernleitung	2 310 000 „
Speicherung	320 000 „
Grund- und Rechteerwerb	566 000 „
Rohrbahn	567 000 „
Bauleitung	138 000 „
Sa.	4 610 000 M.

Es kostete also die Bruttopferdekraft $\frac{4\,610\,000}{11\,950}$ = rund 500 M.

An Kosten für die Kraftstation lassen sich ermitteln

Kraftstation	397 000 M.
Bauleitung	5 000 „
Sa.	402 000 M.

c) Turbinen.

Der Wirkungsgrad der Turbinen war 78 %, so daß also die Turbinenleistung sich berechnet zu Nettoleistung dividiert durch Turbinenwirkungsgrad $= \frac{11\,900}{0,78} = 9\,300$ P. S.

Kosten für den motorischen Teil	397 000 M.
Bauleitung	5 000 „
Sa.	402 000 M.

d) Elektrischer Teil.

Die Stationsspannung beträgt 7000 Volt, die Spannung der Transformatoren für die Fernleitung 47 000 Volt.

Der elektrische Wirkungsgrad beträgt

$\eta_{el} = 0,95 \cdot 0,97 = 0,92.$

Die Kosten des elektrischen Teiles waren:

Generatoren und Zubehör	264 000 M.
Apparate	65 000 „
Bauleitung	5 000 „
Sa.	334 000 M.

Zu den Kosten des motorischen und elektrischen Teiles der Kraftstation kommen nun noch die Kosten des Krafthaushochbaues mit

Krafthaushochbau	374 000 M.*)
Bauleitung	5 000 „
Sa.	379 000 M.

*) Von den Kosten des Krafthaushochbaues wurden 100 000 M. a conto Fernleitung gerechnet.

Entsprechend dem elektrischen Wirkungsgrad von 0,92 betrug die Kilowattleistung am 9. Dezember 1910

$\frac{9300 \cdot 0,92}{1,36} = 6300$ Kilowatt.

e) Fernleitung.

Der Verlust in der Fernleitung betrug bei einem $\cos \varphi = 0,8$ 13,8 %.

Die Kosten der Fernleitung waren:

Transformatoren und Apparate im Krafthaus	242 000 M.
Anteilige Kosten am Schalthaus	100 000 „
Fernleitung selber	2 630 000 „
Schaltstationen, Wärterhäuser und Signaleinrichtungen	329 000 „
Grund- und Rechteerwerb für Fernleitung	273 000 „
Bauleitung	215 000 „
Sa.	3 789 000 M.

f) Tagesleistung am 9. Dezember 1910.

Die Tagesleistung am 9. Dezember 1910 waren 151 000 Kilowattstunden = 6300 Kilowatt auf 24 Stunden umgerechnet.

II. Ertragsberechnung.

A. Annahme: Anlage ohne Wasserfernleitung, aber mit täglicher Spitzendeckungsmöglichkeit.

1. Anlagekapital. Das Anlagekapital beträgt nach der Veröffentlichung von Peter und Wagner und den bisherigen Ermittelungen unter I.:

für den Wasserbau	2 300 000 M.
„ die Turbinen	402 000 „
„ die Generatoren usw.	334 000 „
„ die Kraftstation	379 000 „
Sa.	4 415 000 M.

Nimmt man eine Verzinsung an von 4 %, so ergäbe dies, bei einer Leistung von 6300 Kilowatt an der Kraftstation, pro Kilowatt und Jahr die Summe von 21,68 M.

2. Soll bei einem Zinsfuß von 4 % innerhalb 70 Jahren das Anlagekapital getilgt sein, so ist ein Tilgungsfaktor von 0,2745 anzuwenden, das macht bei der bisherigen Summe 1,49 „
3. Erneuerungsrücklage: 5 % von 736 000 M. 5,84 „
4. Steuern und Abgaben:
   Steuern[1] 50 000 „
   Abgaben, 300 Kilowatt à 70 . 21 000 „
   Sa. 71 000 M.
   pro Kilowatt und Jahr 11,26 „
5. Risiko pro Pferdekraft und Jahr, analog den Verhältnissen bei ähnlichen Anlagen 3,81 „
6. Direkte Betriebskosten:
   a) Unterhaltung:
      1 % von 2 300 000 M. 1,83 M.
      1½ % „ 379 000 „ 0,90 „
      2½ % „ 736 000 „ 4,09 „
   b) Schmier- und Putzmaterialien 30 000 M. geschätzt pro Kilowatt und Jahr 4,76 „
   c) Verwaltung und Bedienung 50 000 M. pro Kilowatt und Jahr 7,94 „ 19,52 „

somit pro Kilowatt und Jahr Sa. 63,06 M.

Eine Kilowattstunde kostete also für den Fall, daß das ganze Jahr über ein Verbrauch von 6300 Kilowattstunden gegeben war, mindestens[2] die Summe von $\frac{63,60}{8760} = 0,007$ M.

[1] Mangels genauerer Angaben fingierte Zahl.

[2] Rechnet man nach dem Vorgange von Koehn und anderen nur 355 Tage maximal pro Jahr, so ergäbe dies nur 8520 äußerst mögliche Jahresbetriebsstunden, also einen etwas höheren Preis pro Kilowattstunde.

Liefe das Werk immer voll, auf der Höhe der höchsten Spitzen, für die der Ausbau zu vollziehen war, so würden die Kosten einer Kilowattstunde sinken auf $\frac{0,007 \cdot 6300}{16\,500} = 0,003$ M.

B. Annahme, daß eine Wasserfernleitung vorhanden ist und eine Speicherung zur Deckung des täglichen Spitzenbedarfs.

1. Zum Anlagekapital von	2 300 000 M.
kommen die Kosten für die Wasserfernleitung	3 425 000 „
Sa.	5 725 000 M.
Hiervon 4 % pro Kilowatt und Jahr	36,34 M.
2. Tilgungsrücklage, wie unter a)	1,49 „
3. Erneuerungsrücklagen, wie unter a)	5,84 „
4. Steuern und Abgaben, wie unter a)	11,26 „
5. Risiko, wie unter a)	3,81 „ *)
Sa.	58,74 M.

6. Direkte Betriebskosten:

		Uebertrag	58,74 M.
a) ½ % von 5 725 000 M.	4,54 M.		
1½ % „ 379 000 „	0,90 „		
2½ % „ 736 000 „	4,09 „		
b) Schmier- und Putzmaterialien, wie oben	4,76 „		
c) Verwaltung und Bedienung 60 000 M.	9,53 „		23,82 „
somit pro Kilowatt und Jahr		Sa.	82,56 M.

Wäre die Leistung konstant das ganze Jahr, also 8760 Betriebsstunden, so stände die Kilowattstunde auf: $\frac{82,56}{8760} = 0,010$ M.

Liefe das Werk immer voll, so wäre der Betrag statt 0,010 M. nur $\frac{0,010 \cdot 6300}{16\,500} = 0,004$ M.

C. Mit elektrischer Fernleitung auf 130 km, Endspannung 40 000 Volt, Anfangsspannung 47 000 Volt; Annahme, daß keine Wasserfernleitung vorhanden ist.

1. Anlagekapital. Zu den Anlagekosten des Wasserbaues von	3 415 000 M.
kommen hinzu: für Transformierung im Krafthaus	342 000 „
für die Fernleitung selbst	3 447 000 „
Sa.	7 204 000 M.

					Dies macht pro Kilowatt und Jahr in der Station	ferngeleitet
					45,73 M.	53,07 M.
2. Tilgungsrücklage					3,14 „	3,64 „
3. Erneuerungsrücklagen, 5 % von 736 000 M.					5,84 „	6,78 „
4. Steuern und Abgaben					11,26 „	13,07 „
5. Risiko. Wasserbau 24 000 M.						
Fernleitung, überschläglich gerechnet, 6 M. pro fernübertragene Kilowatt				36 000 M.		
				60 000 M.	9,53 „	11,04 „
6. Direkte Betriebskosten:						
a) Unterhaltung, wie unter A	6,82 M.	bzw.	7,91 M.			
„ der Fernleitung, 2 % von 3 789 000 M.	12,02 „	„	13,96 „			
b) Schmier- und Putzmaterialien	4,76 „	„	5,53 „			
c) Verwaltung und Bedienung 120 000 M.	19,06 „	„	22,08 „		42,66 „	49,48 „
				Sa.	126,20 M.	158,01 M.

Die Kosten pro Kilowattstunde bei Annahme eines dauernden Jahresbetriebes von 6300 Kilowatt machen also
an der Kraftstation 0,014 M.
und am Ende der Fernleitung 0,018 M.

Liefe das Werk immer voll, so würden sich diese Zahlen auf 0,005 M. resp. 0,007 M. erniedrigen.

D. Elektrische Fernleitung auf 130 km und Vorhandensein der Wasserfernleitung.

1. Anlagekosten.	
Zu den Anlagekosten von B mit	5 725 000 M.
kommen noch	3 789 000 „
Sa.	9 514 000 M.

				Das macht pro Kilowatt und Jahr in der Station	ferngeleitet
				60,40 M.	70,06 „
2. Tilgungsrücklage				4,14 „	4,81 „
3. Erneuerungsrücklagen 5 % von 736 000 M.				5,84 „	6,78 „
ferner 3 % von 3 789 000 „				18,04 „	22,93 „
4. Steuern und Abgaben				11,26 „	13,07 „
5. Risiko				9,53 „	11,04 „
6. Direkte Unkosten:					
a) Unterhaltung	9,53 M.	bzw.	11,03 M.		
„ der Fernleitung	12,02 „	„	13,96 „		
b) Schmier- und Putzmaterialien	4,76 „	„	5,53 „		
c) Verwaltung und Bedienung 130 000 M.	20,64 „	„	23,96 „	46,95 „	54,48 „
			Sa.	156,16 M.	181,17 M.

*) Bei sehr vorsichtiger Rechnung müßte für Wasserfernleitungen dann, wenn sie in Stollen führen, ebenso wie für Hangkanäle oder Kanäle entlang eines hochwasserbringenden Flusses gleichfalls eine Risikorücklage gemacht werden.

Wäre der Betrieb mit 6300 Stationskilowatt das ganze Jahr konstant, so stände die Kilowattstunde auf: $\frac{156,16}{8760} = 0,018$ M. bzw. am Ende der Fernleitung auf: $\frac{181,17}{8760} = 0,021$ M.

Liefe das Werk immer voll, so würden sich diese Zahlen erniedrigen auf 0,007 M. bzw. 0,008 Mk.

Die Betriebskosten erforderten im Falle D gegenüber dem Anlagekapital den Betrag von:

$$\frac{156,16 \cdot 6300}{9\,514\,000} = 10,3\,\%.$$

So hätten sich ungefähr die Betriebskosten gestellt auf Grund der aus der Veröffentlichung ersichtlichen Ergebnisse und der Leistung vom 9. Dezember 1910. Was das Werk in Wirklichkeit abwirft und leistet, wird natürlich auf einer anderen Seite liegen. Es kommt da, abgesehen von den Punkten, die wir nur schätzen mußten, und die auch bei anderen Zahlen das Bild verhältnismäßig wenig verschieben würden, darauf an, welche Inkonstanz im Wasserzufluß und im Stromverbrauch während des Jahres eintrat, und es dürfte nicht wundernehmen, wenn in Wirklichkeit eine etwas andere Ertragsfähigkeit und etwas andere Betriebskosten im Jahre 1910 sich ergeben haben, als auf Grund dieses einzelnen Tages gerechnet worden ist. Jedoch bezeichnet die Broschüre selbst das Ergebnis vom 9. Dezember als mittlere Leistung.

B. Nachrechnung des wirtschaftlichen Durchmessers der Druckrohrleitung.

1. Entwickelung der Formel.

Bezeichnet p den kapitalisierten Wert einer Bruttopferdestärke an der Station in Mark, q einen Beiwert, mit welchem der in Meter ausgedrückte Durchmesser der Rohrleitung multipliziert werden muß, um die Gesamtanlagekosten der Rohrbahn in Mark zu erhalten, Q die Wassermenge, welche durch die Rohrleitung fließt, L die Länge der Druckrohrleitung in Metern, D ihren Durchmesser, H das Bruttogefälle (die Differenz zwischen Oberwasserspiegel und Unterwasserspiegel der Kraftstation), h_{rohr} das für die Verluste in der Druckrohrleitung verbrauchte Gefälle und η den Wirkungsgrad an der Kraftstation, so wird die durch die Druckrohrleitung transportierte Energie den Ertragswert liefern:

Ertragswert = Wert der durch die Rohrleitung gewinnbaren Pferdekräfte minus Selbstkosten der Rohrleitung.

$$U = (\text{P. S.})\,p - K$$

$$U = \eta \cdot Q \cdot (H - h_{rohr})\,\frac{1000}{75}\,p - q \cdot L \cdot D.$$

$$\begin{cases} \eta = \text{Wirkungsgrad zwischen Wasserschloß und Schaltbrett} \\ \quad = \eta_w \cdot \eta_{turb} \cdot \eta_{el} \\ q = \text{Kosten des lfd. Meter Rohrleitung plus Rohrbahn} \end{cases}$$

$$\frac{dK}{dD} = 0 = 13.33\,\eta\,Q\,(H - h_{rohr}) \cdot p - q \cdot L \cdot D$$

$$\begin{cases} h_{rohr} = \dfrac{v^2 \cdot L}{k^2 \cdot R} = \dfrac{Q^2}{F^2} \cdot \dfrac{1}{\frac{D}{4}} \cdot \dfrac{L}{k^2} = \\ \quad = \dfrac{64\,Q^2 \cdot L}{\pi^2 \cdot k^2} \cdot \dfrac{1}{D^5} \\ \dfrac{d}{dD}\left(\dfrac{1}{D^5}\right) = -\dfrac{5}{D^6} \end{cases}$$

$$13,33 \cdot \eta\,Q \cdot p \cdot 5 \cdot \frac{64}{\pi^2 k^2} \cdot Q^2 \cdot h \cdot \frac{1}{D^6} = q\,L$$

$$D = \sqrt[6]{433\,\eta \cdot p \cdot \frac{1}{q} \cdot \frac{1}{k^2}} \cdot \sqrt{Q} = m\,\sqrt{Q}$$

2. Zusammenstellung der Zahlenwerte.

Hierin $Q = 1,7 \cdot 6,25 = 10,6$ cbm maximal,

also $v = \frac{Q}{F} \cdot \frac{10,6}{7,387} = 1,43$ m.

Da bei $Q_1 = 16$ $J = 1,36\,‰$ mit $v = 2,17$ und $R = \frac{7,387}{9,824} = 0,753$ sind,

also $k_{16} = \frac{v}{\sqrt{RJ}} = \frac{2,17}{\sqrt{0,753 \cdot 0,00136}} = 68,$

so ist bei $Q_2 = 6,25$ $J = 0,19\,‰$ mit $v = 0,82$ und $R = 0,753,$

also $k_{6,25} = \frac{0,82}{\sqrt{0,753 \cdot 0,00019}} = 68,6$ und für $Q = 10,6,$

somit $k = k_{16} + (k_{6,25} - k_{16}) \cdot \frac{Q_1 - Q}{Q_1 - Q_2} = 68,3.$

Nunmehr $J = \frac{v^2}{k^2 \cdot R} = \frac{1,43}{68^2,3 \cdot 0,753} = 0,58\,‰.$

Ferner $\eta = \eta_w \cdot \eta_{turb} \cdot \eta_{el}.$

Der Wirkungsgrad des wasserbaulichen Teiles ist

$\eta_w = \eta_a \cdot \eta_i,$ wobei

$$\eta_a = \frac{H_{brutto}}{H_{roh}} = \frac{148,85 - 0,58\,‰ \cdot 7550}{148,25} = \frac{144,46}{148,85} = 0,971$$

und $\eta_i = \frac{H_{netto}}{H_{brutto}}$. Hierin ergibt sich $H_{netto} = 144,46 - \Sigma h_i$. Die Innenverluste setzen sich zusammen aus

1. dem Einströmverlust $\frac{v^2_{rohr} - v^2_{Stollen}}{2g}$; mittlerer Rohrdurchmesser $D_m = 1900$, somit $v_{rohr} = 1,87$ und $h_{i,1}$ . . . . $= 0,08$ m
2. Reibungsverlust in den Rohren, mit dem Hollschieber[1]) $h_{i,2} = 1,38\,‰ \cdot 430$ . . . . $= 0,59$ „
3. Krümmerverluste $h_{i,3} = \frac{\Sigma \delta^{0\,2})}{1000}$ . . . . $= 0,21$ „
4. Verlust an der oberen Drosselklappe, $h_{i,4}$ geschätzt zu . . . . 0,10 „
5. Verlust am Absperrschieber, $h_{i,5}$ (geschätzt) . . 0,15 „

$\Sigma h_i = 1,13$ m

Folglich $H_{netto} = 143,33$ und $\eta_i = 0,992.$

η_{turb} in der Annahme, daß $Q_{turb} = \frac{10,6}{5} = 2,12,$ laut der Charakteristiktabelle [in Teil B der Veröffentlichung, Seite 9] $= 79\,\%$.

$\eta_{el} = \eta_{gen} \cdot \eta_{transf.} = 0,95 \cdot 0,975 = 0,925.$

Sonach $\eta = 0,971 \cdot 0,79 \cdot 0,925 = 0,709.$

p, d. h. die Summe, die eine Bruttopferdekraft pro Jahr dauernd wert ist, setzen wir mangels genauerer Daten ein zu 200 M.

Die ganze Rohrbahn kostet, gemäß Veröffentlichung S. 28, Teil A, 709 000 Frs. = 567 200 M. im ganzen, folglich ein Strang 283 600 M. und das lfd. Meter $\frac{283\,600}{430} = 670$ M. Daher $q = \frac{670}{D} = 347$ M.

---

[1]) Vgl. den in der letzten Nummer der „Zeitschr. f. ges. Wasserwirtschaft" erschienenen Aufsatz „Das Wichtigste für den Gebrauch des Hollschen Rechenschiebers" zum Entwurf von Wasserkraftanlagen. Eine kurze Anweisung für Nicht-Turbinenfachleute." Sonderdruck bei v. Zahn & Jaensch, Dresden.

[2]) Die Winkel δ sind der Reihe nach von oben nach unten, ungefähr 27°, 19° (horizontal), 33°, 20°, 20°, 90°; also $\Sigma\delta = 209°$.

3. Berechnung des wirtschaftlich günstigsten Rohrdurchmessers.

Nunmehr sind alle Faktoren von m bekannt. Es ist

$$m = \sqrt[6]{433 \cdot 0{,}709 \cdot 200 \cdot \frac{1}{347} \cdot \frac{1}{68{,}^2 3}} = \sqrt[6]{0{,}038} = 0{,}58.$$

Die sechste Wurzel wird rasch und genügend genau entweder auf einmal mittels eines Spezialrechenschiebers, z. B. mit dem verbesserten Frank-Schieber oder folgendermaßen mit Logarithmen des gewöhnlichen 25 cm langen Rechenschiebers bestimmt.

log 0,038 = 8,580 — 10

$^1/_6$ log = 1,4300 — 1,6667 = — 0,2367 oder 9,7633 — 10. Damit Num. = 0,58.

Sonach hätte sich, gemäß der Belastung vom 9. Dezember 1910, der wirtschaftlich günstigste Durchmesser ergeben zu $D = 0{,}58 \sqrt{10{,}6} = 1{,}89$ gegenüber 1,90 der Ausführung, eine allerdings wohl zufällig sehr genaue Uebereinstimmung.

Aber mit schärferen Daten, als sie uns bei dieser Untersuchung zur Verfügung gestanden haben, da wir verschiedentlich Annahmen machen mußten, hätte sich der wirtschaftliche Durchmesser auch nicht wesentlich anders errechnet, weil aus den Zahlen die sechste Wurzel zu ziehen ist.

Unsere Kontrolle stimmt mit der wirklichen Ausführung hauptsächlich aus dem Grunde gut überein, weil die unserer Untersuchung zugrunde liegende Wassermenge identisch ist mit derjenigen Wassermenge, für welche nach Angabe der Monographie von Peter und Wagner die ganzen Anlagen projektiert und gebaut worden sind.

Bemerkung. Mit den sehr ausführlichen Formeln, die Bauersfeld in der „Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen" 1907, S. 417, gegeben hat, kommt ein anderer Wert heraus. Das liegt daran, daß Bauersfeld für einen wichtigen Teil der Entwickelung, nämlich den Gefällsverlust zwischen betriebsmäßigem Oberwasser- und Unterwasserspiegel, nur den Koeffizienten λ und den Turbinenwirkungsgrad η ergibt. Für λ, welches bekanntlich den Wert $\frac{64}{\pi^2 \cdot k^2}$ darstellt, wird dort angegeben „Reibungswert, gewöhnlich 0,0020 bis 0,0025". In Wirklichkeit ist mit $k = 68{,}3$ $\lambda = \frac{64}{3^2{,}14 \cdot 68^2{,}3} = 0{,}0014$, also 60 % anders!

Der Turbinenwirkungsgrad η ist, wie oben mitgeteilt, 79 % genommen mit Rücksicht auf das an den Turbinen wirksame Gefälle. Dieses η_{turb} ist noch mit η_i zu multiplizieren, was in unserem Falle zufällig nicht viel ausmacht; es könnte aber auch ganz anders sein, und man hätte dann eine zweite erhebliche Fehlerquelle.

Die Formeln von Bauersfeld sind richtig, an ihrem Inhalt soll nicht Kritik geübt werden, aber der Verfasser erachtet es für seine Pflicht, darauf hinzuweisen, daß bei dieser wie ähnlichen bis in Einzelheiten ausgearbeiteten Formeln im Gebrauch große Vorsicht anzuwenden ist. Man wird in praxi immer besser tun, sich, wie es in unserem Aufsatz geschehen ist, die Ableitungen in den verschiedenen Fällen selber zu entwickeln.

Nachstehend folgen die Formeln von Bauersfeld.

$$1)\quad D^6 = \frac{8}{15 \cdot \pi^3} \cdot \frac{q \cdot \eta}{\left(\frac{K_{ro} \cdot z}{100} + k\right)} \cdot \frac{\lambda}{g} \cdot \frac{1}{(1+\alpha) \cdot \gamma \cdot s_0} \cdot \Sigma (a\,Q)^3, \text{ gültig für } p < \frac{2\,k_z \cdot \varphi \cdot s_0}{D}.$$

$$2)\quad D^7 \cdot p = \frac{8}{15 \cdot \pi^3} \cdot \frac{q \cdot \eta}{\left(\frac{K_1 z}{100} + k\right)} \cdot \frac{\lambda}{g} \cdot \frac{k_z\,\varphi}{(1+\alpha) \cdot \gamma} \Sigma (a\,Q^3)$$

$$\text{mit } p \geqq \frac{2\,k_z \cdot \varphi \cdot s_0}{D}$$

und $p\,D = 2\,k_z \cdot \varphi \cdot s_0$, wenn Gl. 1) oder 2) versagt.

Die Buchstaben bedeuten:

D = lichter Rohrdurchmesser,
q = Jahreswert in Mark einer von der Turbinenanlage gelieferten P. S.,
η = Wirkungsgrad der Turbine,
K_0 = Anlagekosten in Mark pro t Rohrleitung,
z = Zinsfuß in % des bei K_1 ausgeworfenen Kapitals,
k = jährliche Kosten in Mark pro t Rohrleitung für Amortisation und Reparatur,
λ = Reibungswert, meist 0,020 ÷ 0,025,
g = 9,81 m/sek²,
k_z = zulässige Beanspruchung des Rohrmaterials auf Zerreißen in kg/cm,
φ = Güteverhältnis der Nietung oder Schweißung,
$(1+\alpha)\,\gamma$ = das spezifische Gewicht des Rohrmaterials in t/cbm, vermehrt um einen kleinen Wert α für Ueberlappungen, Flansche, Verankerungsteile, Kompensationsstücke usw. und für Rosten,
p = Leitungsdruck in kg/cm²,
s_0 = konstante Wandstärke im obersten Teil der Rohrleitung, mit Rücksicht auf Dichtheit und Widerstandsfähigkeit gegen äußere Beanspruchungen,
Q = cbm/sek,
a = Jahresbruchteil oder Zeitbruchteil, während welcher das betreffende Q konstant vorhanden ist.

Ueber Rahmenträger und ihre Beziehungen zu den Fachwerkträgern.

Von Fr. Engesser (Karlsruhe).

I.

Die zwei Hauptarten der gegliederten Träger sind die Fachwerkträger und die Rahmenträger (Pfostenträger, schrägenlose Fachwerkträger). Bei den „reinen" Fachwerkträgern sind die einzelnen Glieder (Stäbe) in den Knoten durch reibungslose Gelenke miteinander verbunden. Zur Steifigkeit des Gebildes sind bekanntlich bei K-Knoten $2\,K - 3$ Stäbe erforderlich. Bei mehr Stäben ist das Gebilde statisch unbestimmt, bei weniger Stäben ist es beweglich und daher als Träger nicht verwendbar. Wenn die Stäbe gerade Achsen besitzen, sich zentrisch in den Knotenpunkten schneiden und keine Zwischenbelastungen zu tragen haben, dann erhalten sie nur reine Zug- und Druckspannungen (Grundspannungen), deren Mittelkraft (Grundkraft, Stabkraft) längs der Stabachse verläuft. Sind die Stäbe in den Knoten biegungsfest (steif) miteinander verbunden („steifknotiges" Fachwerk), dann treten außer den Grundspannungen auch noch Biegungsspannungen („Nebenspannungen", hier insbesondere „Zwängungsspannungen") auf, die davon herrühren, daß die Stäbe sich nur durch Verbiegungen dem durch die Grundkräfte verformten Knotennetz anschmiegen können. Die Größe der Nebenspannungen hängt von der besonderen Anordnung des Trägers ab. Je schmäler die Stäbe, desto kleiner fallen sie im allgemeinen aus. Bei Strebenfachwerk, insbesondere bei mehrteiligen Systemen mit Hilfsständern sind sie geringer als bei Ständerfachwerk; bei Parabelträgern geringer als bei Parallelträgern. In den gewöhnlichen Fällen der

Anwendung steigen sie, zweckmäßige Anordnung vorausgesetzt, unter der Herrschaft des Elastizitätsgesetzes $\sigma = E\varepsilon$ selten über 30 % der normalen Grundspannungen. Durch diese Nebenspannungen werden bei den üblichen Ausführungen die Grundkräfte gegenüber denen der reinen Fachwerkträger nicht wesentlich gemindert; die Lastübertragung erfolgt in der Hauptsache so, wie wenn keine Nebenspannungen vorhanden wären. Die Nebenspannungen leisten hiernach in der Regel keine beachtenswerte nützliche Arbeit und können daher als **schädliche** Spannungen bezeichnet werden. Durch Ausführung von Blattgelenken können sie fast vollständig, durch geeignete Bolzengelenke und durch Gerbersche Gelenke zum großen Teil vermieden werden. Derartige Anordnungen sind jedoch für die Ausführung weniger einfach und mindern zudem im allgemeinen die Knicksicherheit; sie werden deshalb bei uns nur selten angewandt.

Bei zähen Baustoffen (Schmiedeeisen, weicher Stahl) nehmen die Nebenspannungen nach Ueberschreitung der Elastizitätsgrenze ab und sind für die Bruchsicherheit nur noch von ganz geringer Bedeutung, wie dies von dem Verfasser in der „Zeitschrift deutscher Ingenieure" 1888 und in seinem Buche über „Die Nebenspannungen eiserner Fachwerkbrücken" 1893 nachgewiesen worden ist. In

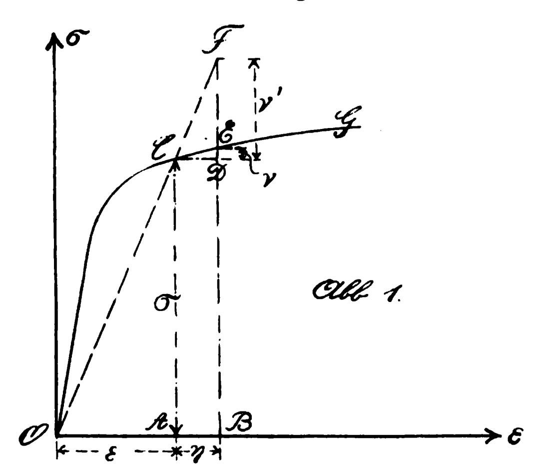


Abb. 1 ist die Formänderungslinie $OCEG$ von zähem Eisen aufgezeichnet. OA stellt die Grunddehnung ε, AB die Biegungsdehnung η der äußersten Faser dar, AC und DE die zugehörige Grundspannung σ und Nebenspannung ν. Zieht man die Gerade OC, welche die zur Abszisse OB $(= \varepsilon + \eta)$ gehörige Lotrechte im Punkt F trifft, so liefert die Strecke DF die Größe der Nebenspannung ν', die unter der Herrschaft des Elastizitätsgesetzes auftreten würde. Es ist ersichtlich, daß, je mehr sich die Spannungen der Bruchgrenze nähern, um so mehr die wirkliche Nebenspannung ν an Bedeutung verliert. Näherungsweise verhält sich die wirkliche Nebenspannung ν zur „elastischen" Nebenspannung ν', wie $\frac{d\sigma}{d\varepsilon}$ zu $\frac{\sigma}{\varepsilon}$, wie ohne weiteres aus der Abbildung abzulesen ist.

Die eingehenden, im Auftrage des Oesterr. Ing.- und Arch.-Vereins angestellten Bruchversuche mit schmiedeeisernen Fachwerkträgern (s. Vereinszeitschrift 1891) bestätigen den vorstehend auf theoretischem Wege abgeleiteten Satz, daß die Nebenspannungen (Zwängungsspannungen) bei zähem Material nur einen sehr geringen Teil der Bruchspannung ausmachen. Bei Martineisen von 23,6 % Bruchdehnung und bei sorfältiger Anarbeitung erreichten die gesamten Nebenspannungen nicht einmal den zwanzigsten Teil der Grundspannung im Augenblick des Bruches. Die genannten Nebenspannungen brauchen daher bei zähen Baustoffen in der Regel nicht besonders berechnet zu werden; ihre Berücksichtigung kann in den gewöhnlichen Fällen durch eine geringe Minderung der für reinen Zug und Druck zulässigen Spannungszahlen erfolgen.

Bei spröden Baustoffen, wie z. B. Gußeisen, weicht die Formänderungslinie nicht sehr wesentlich von einer Geraden ab; die Zwängungsspannungen verlieren demgemäß mit wachsender Grundspannung nur wenig an Bedeutung; ihr ungünstiger Einfluß bleibt, nicht wesentlich abgeschwächt, bis zum Bruch bestehen.

Bei Eisenbetonbauten verhalten sich die Zugstäbe ähnlich wie Schmiedeeisen, die Druckstäbe ähnlich wie Gußeisen. Durch Anordnung von Umschnürungen wird die Bildsamkeit des Betons erhöht und hierdurch der Einfluß der Nebenspannungen gemindert.

Anmerkung. In einem bemerkenswerten Vortrage „Ueber zulässige Spannungen im Eisen" (vgl. „Beton und Eisen" 1910) weist auch Schüle auf die Abnahme der Zwängungsspannungen nach Ueberschreitung der Elastizitätsgrenze hin. Diese Tatsache ist jedoch keineswegs neu, sondern, wie vorstehend dargelegt, schon längst theoretisch und praktisch festgestellt worden. Er bemerkt ferner, daß außer den Zwängungsspannungen auch noch durch exzentrische Anordnung der Befestigungsnieten Nebenspannungen entstehen, und daß diese Tatsache bis jetzt völlig unbeachtet geblieben sei. Letztere Behauptung ist nicht recht verständlich, da ja der schädliche Einfluß exzentrischer Nietenschlüsse allgemein bekannt ist und erforderlichenfalls von jedem sorgfältigen Konstrukteur rechnerisch oder schätzungsweise berücksichtigt wird. Wenn äußerst möglich werden allenthalben die Nietenschlüsse zentrisch ausgeführt, um die genannten Exzentrizitätsspannungen zu vermeiden. Auch bei Einzelwinkeln läßt sich durch Beifügung eines Hilfswinkels an der Befestigungsstelle der schädliche Einfluß der Unsymmetrie aufheben.

Weitere an den Knoten auftretende Nebenspannungen habe ich a. a. O. in dem Kapitel über „Knotenspannungen" kurz besprochen und dabei ausdrücklich hervorgehoben, daß eine genaue theoretische Bestimmung derselben kaum möglich sei, und daß hier nur der Versuch einen sicheren Aufschluß geben könne. Zu solchen Versuchen sind aber in erster Linie die Bauverwaltungen, die Brückenbauwerkstätten und die Materialprüfungsanstalten berufen, denen die erforderlichen Maschinen und geübtes Personal zur Verfügung stehen. Bei Versuchen, die der Verfasser seinerzeit im Dienste der Badischen Eisenbahnverwaltung ausführte, zeigte sich, daß Flacheisen, die mit einem einzigen „kalten" Niet zentrisch befestigt waren, keine Festigkeitsabnahme des nietverschwächten Querschnitts aufwiesen. Bei „warmer" Nietung wurde sogar eine Zunahme der Festigkeit über das normale Maß hinaus beobachtet, wohl infolge der Kraftübertragung durch Reibung, wodurch der nietverschwächte Querschnitt entsprechend entlastet wurde. Bei Bolzen dagegen zeigte sich eine Festigkeitsabnahme von 7 %, die durch den weniger genauen Anschluß des Bolzens an die Lochwand erklärt werden dürfte. (Vgl. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1889.)

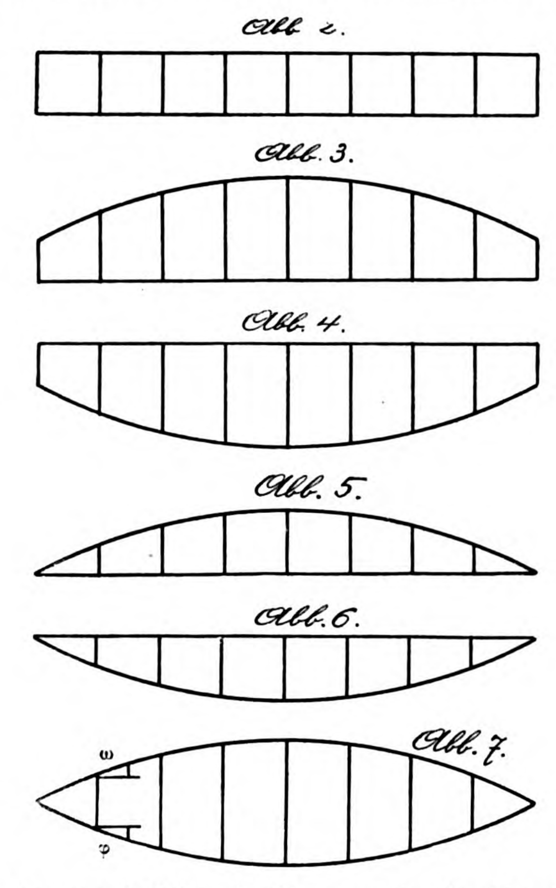
Im Gegensatz zu den früher besprochenen „Zwängungsspannungen" sind die Nebenspannungen, die durch exzentrische Anordnung der Anschlußnieten und der Stabachsen hervorgerufen werden, zum Gleichgewicht mit den äußeren Kräften **notwendige** Spannungen. Sie bleiben in ihrer Wirkung ungemindert bis zum Bruch bestehen und sind daher für die Bruchsicherheit von weit größerer Bedeutung als die Zwängungsspannungen.

Zum Schluß möge hier noch eine kleine Berichtigung zu dem geschichtlichen Ueberblick Platz finden, den Gehler in verdienstlicher Weise seiner Dissertation über die Nebenspannungen eiserner Fachwerkbrücken (1909) vorausgeschickt hat. Hiernach soll Manderla seine Preisarbeit über Nebenspannungen bereits im Jahre 1878 abgefaßt und einen weiteren Aufsatz in der „Allgemeinen Bau-

zeitung“ 1880 veröffentlicht haben. Diese Angaben sind nicht ganz zutreffend. Manderla hat seine Preisarbeit erst im Jahre 1879 auf den 1. Juni der Münchener Technischen Hochschule eingereicht. Eine Besprechung derselben findet sich in deren Bericht über das abgelaufene Studienjahr 1878/79. Die Abhandlung selbst wurde erst im Jahre 1880 in der „Allgemeinen Bauzeitung“ veröffentlicht. Um eine weitere Arbeit Manderlas handelt es sich bei dieser Veröffentlichung nicht. Nach diesen Feststellungen bleibt als älteste Abhandlung über Nebenspannungen die des Verfassers vom März 1879, die in der „Zeitschrift für Baukunde“ erschienen ist.

II.

Rahmenträger haben weniger als $2K - 3$ Stäbe; ihre Standfestigkeit wird durch die Steifigkeit der Stäbe, die in den Knoten biegungsfest miteinander verbunden sind, gewahrt (Abb. 2—12). Parallele Gurtungen vorausgesetzt, erfolgt die Aufnahme der äußeren Kraftmomente



bei den gewöhnlichen Ausführungen in der Hauptsache durch den Zug- und Druckwiderstand der Gurtungen, während die Querkräfte — im Gegensatz zu den Fachwerkträgern — durch den Biegungs- und Schubwiderstand der Pfosten und der Gurtstäbe übertragen werden müssen. Die Zug- und Druckfestigkeit des Materials wird hierbei nur an einzelnen Stellen, den äußersten Fasern der Stäbe ausgenutzt.

Bei Trägern mit Vieleckgurtungen (Abb. 3 bis 7) nimmt nur ein Teil der jeweiligen Querkraft, die sogenannte Wandquerkraft, den Biegungs- und Schubwiderstand der Stäbe in Anspruch, während der andere Teil von den entsprechenden Komponenten der Gurtkräfte aufgenommen wird. Die Wandquerkraft ist

$$Q_w = Q - \frac{M}{h} (\operatorname{tg} w + \operatorname{tg} \varphi),$$

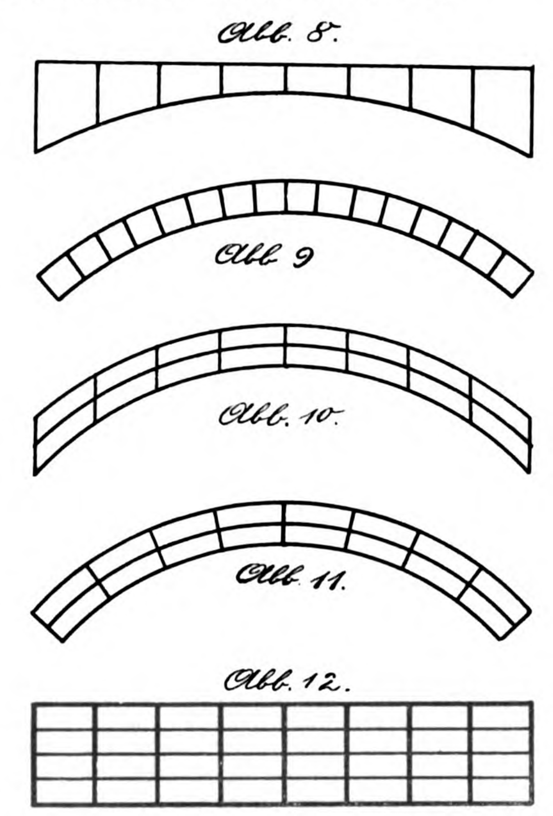
wo Q die Gesamtquerkraft, M das äußere Kraftmoment, w und φ die Neigungswinkel der beiden fraglichen Gurtstäbe bezeichnen (s. Abb. 7).

Für gleichmäßig belastete Parabelträger ist bekanntlich $Q_w = 0$.

Bei einseitiger Belastung mit p kg/m erhält die Wandquerkraft bei x ihren Größtwert,

$$Q_w = \frac{p x (l - x)}{2 l} = \frac{p l y}{8 f},$$

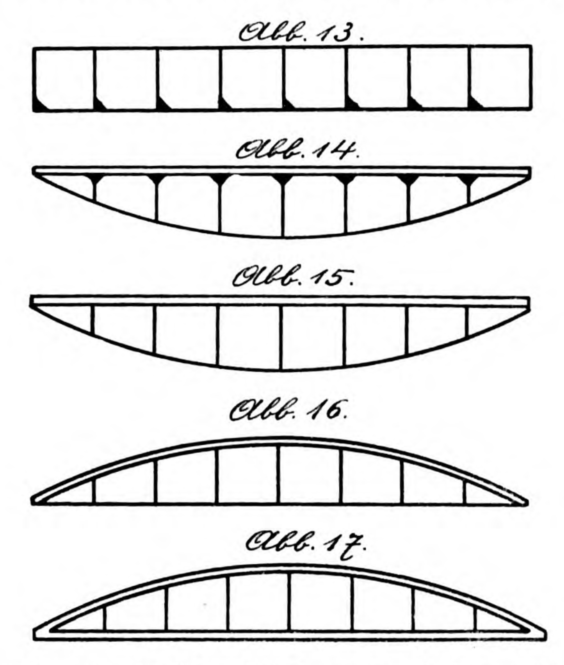
wo y und f die Parabelordinaten bei x und in Trägermitte bezeichnen. Hiernach nehmen die Größtwerte von Q_w und die entsprechenden Stabmomente von der Trägermitte nach den Trägerenden hin bis auf Null ab. Parabelträger haben demgemäß verhältnismäßig nur wenig durch Biegungs- und Schubbeanspruchungen zu leiden, wobei besonders noch in Betracht kommt, daß für die Gurtstäbe in sehr vielen Fällen die größten Gesamtspannungen bei Totalbelastung auftreten, wofür, wie vorstehend bemerkt, $Q_w = 0$ ist. Infolge dieser Umstände sind Parabelträger besonders günstig für Rahmenwerk. Das gleiche ist auch bei Bogenträgern der Fall (Abb. 8 bis 11).



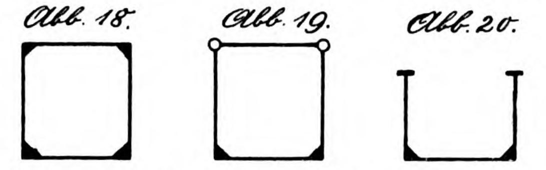
Außer den vorerwähnten Biegungsspannungen, die zur Lastübertragung notwendig sind, treten aber auch noch solche Biegungsspannungen auf, die lediglich in der Formänderung des Knotennetzes infolge der Verlängerungen und Verkürzungen der einzelnen Stäbe begründet sind. Es sind dies Nebenspannungen (Zwängungsspannungen), die in der Regel für die Lastübertragung nur von sehr geringer Bedeutung sind und daher auch hier als schädliche Spannungen zu bezeichnen sind. Sie treten hauptsächlich in den Gurtstäben auf und nehmen mit der Breite derselben zu. Ihre Größe ist im allgemeinen geringer als die der gleichartigen Zwängungsspannungen von Fachwerkträgern, insbesondere bei parallelen Gurtungen. Bei zähen Baustoffen nehmen auch sie nach Ueberschreitung der Elastizitätsgrenze an Bedeutung ab, während die vorher genannten notwendigen Biegungsspannungen im wesentlichen proportional den Belastungen zunehmen. Letztere müssen stets den äußeren Stabmomenten das Gleichgewicht halten; doch fallen außerhalb der Elastizitätsgrenze ihre Höchstwerte infolge der geänderten Spannungsverteilung etwas geringer aus, als nach der Navierschen Gleichung $\sigma = M : W$ zu erwarten wäre.

Die Rahmenträger sind in den meisten Fällen einfache Rahmenträger, wobei n Vierecke nebeneinander gereiht sind („Viereckträger"); an Stelle der zwei Endvierecke können auch Dreiecke treten („Spitzenträger"; Abb. 5, 6, 7). Mehrfache Rahmenträger finden sich bisweilen bei Bogenbrücken (Abb. 10, 11). Auch das steifknotige Fahrbahngerippe (Abb. 12) stellt einen gegen wagerechte Belastungen widerstandsfähigen mehrfachen Rahmenträger dar.

Der einfache Rahmenträger mit n-Feldern ist $3n$ fach statisch unbestimmt*). Durch Einführung von Gelenken, wobei der „reine Rahmenträger" in den „Gelenkrahmenträger" übergeht, wird der Grad der statischen Unbestimmtheit verringert. Im Grenzfall müssen n, bei Spitzenträgern $n - 2$, angemessen verteilte steife Stabverbindungen vorhanden sein, wenn die Standfestigkeit nicht gefährdet werden soll; ein solcher Träger ist gleichzeitig auch innerlich statisch bestimmt (Abb. 13). Bewehrte Balken

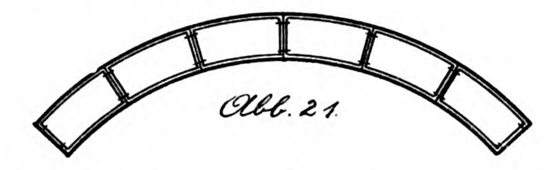


mit steifem Anschluß der Ständer an den Balken (Abb. 14) sind bei n-Feldern n fach statisch unbestimmt. Werden die Ständer beiderseits mit Gelenken angeschlossen, so erhält man den gewöhnlichen bewehrten Balken (Abb. 15), der einfach statisch unbestimmt ist und als ein verkümmerter Rahmenträger angesehen werden kann. Das gleiche gilt von dem Bogen mit Zugstange (Abb. 16). Wird dabei die Zugstange als steifer Balken ausgebildet (Abb. 17), so steigt der Grad der statischen Unbestimmtheit auf $n + 2$. Das einfachste Rahmenwerk ist der „Einzelrahmen" (Abb. 18), der als Querverband bei Brücken

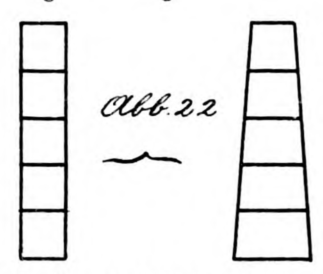


mit untenliegender Fahrbahn verwendet wird und dreifach statisch unbestimmt ist. Bei Gelenkanschluß des oberen Querstabes (Abb. 19) sinkt der Grad der statischen Unbestimmtheit auf 1. Der bei offenen Brücken verwendete Halbrahmen (Abb. 20) ist statisch bestimmt. Wenn man eine Reihe von Einzelrahmen miteinander kuppelt, so entsteht die „Rahmenkette" oder das „Rahmengewölbe", wie solches beispielsweise als Rüstbogen im Tunnelbau Verwendung findet (Abb. 21).

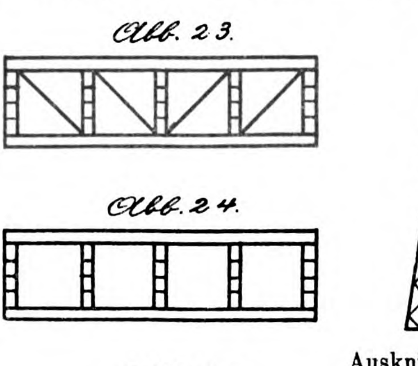
*) Besitzt der Träger eine wagrechte Symmetrieachse, so sinkt der Grad der statischen Unbestimmtheit bei Vernachlässigung der Pfostendehnungen auf n.

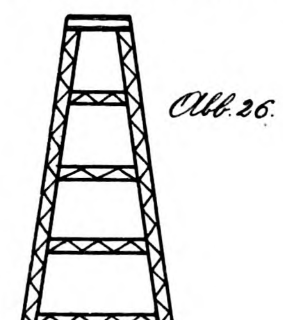


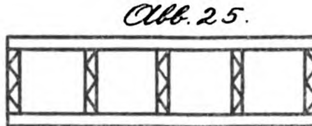
Die reinen Rahmenträger sind im allgemeinen zur Uebertragung der Lasten geeigneter als die Gelenkrahmenträger; sie erleiden hierbei geringere Formänderungen (Durchbiegungen). Doch werden sie etwas stärker durch ungleichmäßige Wärmeänderungen beeinflußt.



Zu den Rahmenwerken gehören auch die „Rahmensäulen" und „Rahmenstäbe" (Abb. 22). Auch hier werden die Einzelteile auf Biegung in Anspruch genommen, teils durch die exzentrisch wirkende Stabkraft, teils durch Querbelastungen. Handelt es sich um eine vollkommen zentrische Last, so sind die steifen Anschlüsse der Einzelteile zur Erzeugung des elastischen Biegungswiderstandes gegen

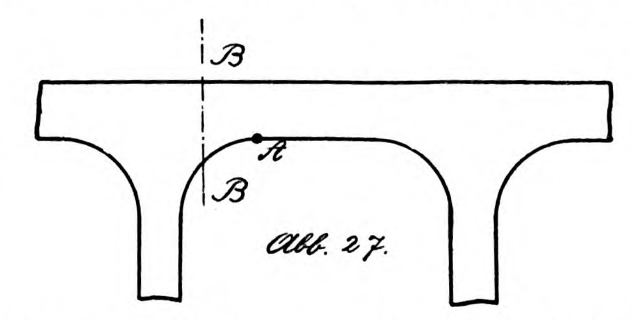






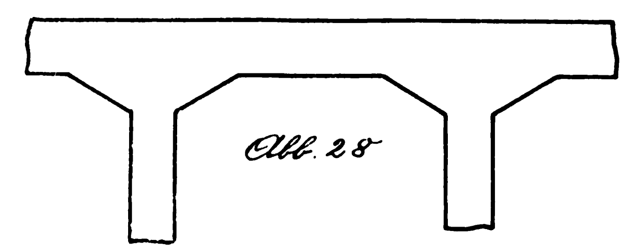
Ausknicken erforderlich (vgl. „Zentralblatt der Bauverwaltung" 1891 und 1909). Die Rahmenstäbe können als Glieder von Fachwerkträgern (Abb. 23) und von Rahmenträgern (Abb. 24) Verwendung finden. Umgekehrt werden auch Fachwerkstäbe (Gitterstäbe) in Rahmenbauten eingefügt (Abb. 25, 26).

Mit wachsender Stabbreite nehmen die notwendigen Biegungsspannungen ab, die Zwängungsspannungen dagegen zu. Der erstgenannte Einfluß überwiegt bedeutend, so daß es vorteilhaft erscheint, die Stabbreiten so groß,

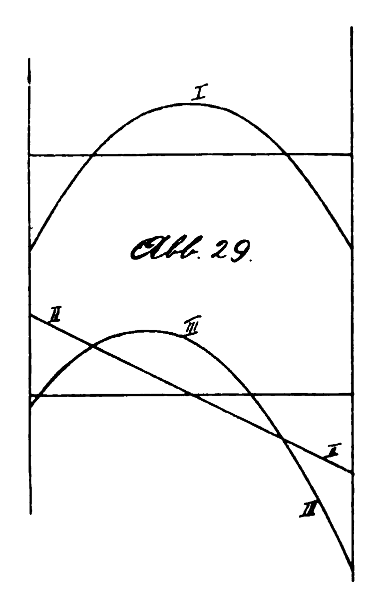


als es die sonstigen Bedingungen praktischer und ästhetischer Natur gestatten, zu wählen. Die größten Biegungsmomente treten unmittelbar an den Knoten auf. Durch Abrundungen (Abb. 27) oder Abschrägungen (Abb. 28) können die entsprechenden Biegungsspannungen wesentlich erniedrigt werden, so daß der ungünstigste Querschnitt nicht mehr unmittelbar am Knoten liegt, sondern gegen

den Anfangspunkt A der Abrundung hin, nach BB rückt, woselbst das Biegungsmoment entsprechend geringer ist. Zugleich wird durch die Abrundung der Kraftübergang von Stab zu Stab günstig beeinflußt. Die genannten

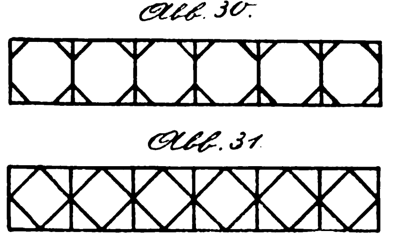


Anschlußverstärkungen sind bei unmittelbarer Belastung der Gurtstäbe durch die Fahrbahn besonders vorteilhaft. In Abb. 29 stellt Linie I die durch die unmittelbare Be-

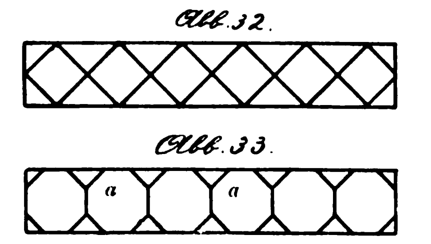


lastung entstehenden Momente dar, Linie II die gewöhnlichen Stabmomente, wenn die Belastungen ausschließlich in den Knotenpunkten einwirken, Linie III die tatsächlichen, durch Summierung von I und II entstehenden Momente. Bei geeigneter Anordnung der Anschlußverstärkung fällt der Höchstwert von III in der mittleren Strecke nicht größer aus als der Höchstwert von II, so daß eine Verstärkung der mittleren Querschnitte wegen der unmittelbaren Belastung nicht erforderlich wird. An den Seitenstrecken aber wird dem erhöhten Angriff der Momente III durch die Anschlußverstärkung wirksam begegnet. In gleicher Weise wird auch der Einfluß des Eigengewichts der Gurtstäbe durch die Anschlußverstärkungen unschädlich gemacht.

An Stelle der vollen Anschlußverstärkungen können auch solche durch „Büge" treten, die steif oder auch gelenkig mit den Gurten und Pfosten verbunden sein können (Abb. 30). Je weiter dieselben ausgreifen, desto geringer fallen die Biegungsmomente in den Gurtstäben

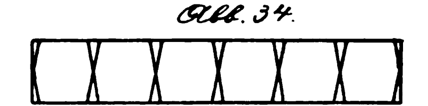


und Pfosten aus. Reichen sie jeweils bis zur Stabmitte (Abb. 31), so verschwinden die fraglichen Biegungsmomente vollständig; das Rahmenwerk ist dann in ein doppeltes Fachwerk mit Hilfsständern übergegangen. An Stelle der „notwendigen" Biegungsspannungen des Rahmenträgers sind die Zug- und Druckspannungen des Fachwerkträgers getreten, zu denen dann noch die entsprechend erhöhten Zwängungsspannungen hinzukommen. Die Pfosten sind jetzt nicht mehr für die Standfestigkeit notwendig und können, wenn nicht sonstige Gründe für sie sprechen, weggelassen werden (Abb. 32). Das gleiche ist der Fall, auch wenn die Büge nicht bis Stabmitte reichen, bezüg-



lich der Pfostenteile innerhalb des Bereichs der Büge (Abb. 33). Der Anschluß der Büge an den übrig bleibenden Pfostenteil bei a muß dabei biegungsfest sein, wenn man einen wirksamen Rahmenträger erhalten will; der Anschluß an die Gurtungen darf aber, ohne die Tragfähigkeit merkbar zu beeinflussen, auch durch Gelenke erfolgen.

Die Pfosten können nach Abb. 34 auch durch zwei sich kreuzende Streben ersetzt werden, die mit Gelenken



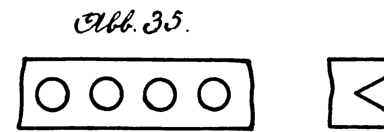
oder steif an die Gurtungen anschließen. Im ersteren Falle sind die Streben biegungsfrei. Der Kräfteplan wird nicht wesentlich geändert, wenn an dem Kreuzungspunkt ein reibungsloses Gelenk angeordnet wird. Gegenüber dem gewöhnlichen Pfosten von gleichbleibender Breite stellt das ihn ersetzende Strebenpaar einen Pfosten von überall gleicher Beanspruchung dar.

Im Vergleich mit den Fachwerkträgern ist bei den Rahmenträgern die Zahl der Stäbe geringer. Die Stäbe sind gleichartiger und massiger, was namentlich bei dynamischen Einwirkungen (Eisenbahnbrücken) von Vorteil ist. Die Knotenverbindungen können in vielen Fällen einfacher gestaltet werden. Auch sind die „Knickzuschläge" meist geringer, teils weil die Stäbe der Rahmenträger, insbesondere die Gurtstäbe, schon wegen der Biegungsmomente verstärkt werden müssen, teils weil sie, wie die Mittelpfosten, fast ausschließlich auf Biegung beansprucht werden, wobei ein Ausknicken nur senkrecht zur Trägerebene in Frage kommen kann. Bei Gußeisen und namentlich bei Eisenbeton ist die Herstellung der Rahmenträger einfacher als die der Fachwerkträger; Anschlußverstärkungen lassen sich hier in einfachster Weise ausführen. Außerdem leiden die Rahmenträger bei diesen Baustoffen weniger unter den Zwängungsspannungen als die Fachwerkträger. Bei Schmiedeeisen sind die letztgenannten Vorteile von keiner oder doch nur von sehr geringer Bedeutung; dagegen tritt hier der grundsätzliche Nachteil der Rahmenträger, die unvollkommene Ausnutzung des Materials infolge der Beanspruchung auf Biegung, mehr in den Vordergrund, besonders bei Parallelträgern und Halbparallelträgern. Aus diesem Grunde sind solche Träger bis jetzt nur selten in Schmiedeeisen ausgeführt worden. Für Parabelträger und andere Träger ähnlicher Form, wo die Wandquerkräfte und demgemäß auch die Biegungsbeanspruchungen der Stäbe verhältnismäßig gering sind, wird der Gewichts- und Kostenunterschied zwischen schmiedeeisernen Rahmenträgern und Fachwerkträgern nicht besonders groß ausfallen; hier können dann unter Umständen sonstige Rücksichten (Aussehen, freier Durchgang, dynamische Ein-

wirkungen) den Ausschlag zugunsten des Rahmenträgers geben. Bei den Bogenträgern liegen ähnliche Verhältnisse vor.

In ästhetischer Hinsicht wirkt das Rahmenwerk bei Trägern mit gekrümmten Gurtungen, Bogenträgern, Parabelträgern, schlanken Halbparabelträgern günstig; bei Parallelträgern nur dann, wenn die Stäbe breit und massig sind, wie bei Eisenbeton und Gußeisen. Diese ästhetische Bewertung stimmt mit der technischen vollkommen überein.

Anmerkung. Sind die Breiten der Stäbe im Verhältnis zu ihren Längen beträchtlich, und erstrecken sich die Anschlußverstärkungen weit gegen Feldmitte hin, so verliert der Rahmenträger seinen Charakter als Stabwerk und geht in den Träger mit durchbrochener Wand („durchbrochener Träger") über. Die Grenze zwischen letzterem und dem eigentlichen Rahmenträger läßt sich nicht scharf festsetzen. Jedenfalls aber handelt es sich um einen durchbrochenen Träger, wenn die Anschlußverstärkungen in Feldmitte zusammentreffen und nur eine ellipsenförmige oder rautenförmige Oeffnung freilassen



(Abb. 35, 36). Im Grenzfall verschwindet die Durchbrechung vollständig; die einzelnen Glieder verschmelzen miteinander; der Rahmenträger bzw. der durchbrochene Träger ist in einen Vollwandträger übergegangen. Bei dem Vollwandträger ist das Kräftespiel wesentlich günstiger als beim Rahmenträger. Die Gurtungen werden in der Aufnahme der Momente durch die Wand unterstützt und erleiden daher geringere Beanspruchungen, während andererseits die Rahmenstäbe noch besondere Biegungsmomente auszuhalten haben. Dementsprechend ist das theoretische Gewicht der Vollwandträger geringer als das der Rahmenträger. In der Anwendung lassen sich aber die den zulässigen Beanspruchungen entsprechenden Wandstärken nur unvollkommen einhalten, da man aus praktischen Gründen nicht unter bestimmte Maße herabgehen kann, so daß vielfach der Rahmenträger leichter ausfällt als der Vollwandträger. Dies ist insbesondere bei Gußeisen und bei Eisenbeton der Fall. Durch die Aussparungen in der Betonwand wird das Trägergewicht wesentlich verringert, während andererseits den damit verbundenen Spannungserhöhungen der Rahmenstäbe ohne wesentliche Gewichtserhöhung durch vermehrte Eiseneinlagen Rechnung getragen werden kann. Von einer gewissen, durch Vergleichsrechnungen zu bestimmenden Spannweite (bei Balkenbrücken etwa von 10^{m} bis 15^{m}) an überwiegen die Vorteile der Lastverminderung und der Betonersparnis die Mehrkosten der Eiseneinlagen und der erschwerten Bauausführung. Der Rahmenträger tritt dann mit Vorteil an die Stelle des Eisenbeton-Vollträgers.

Bei Schmiedeeisen liegen die Verhältnisse für den Vollwandträger weit günstiger, da man sich hier mit den Wandstärken besser den theoretischen Werten anschließen kann. Innerhalb seines derzeitigen durch den Fachwerkträger begrenzten Anwendungsgebietes (bei Balkenbrücken etwa bis 35^{m} Spannweite) wird er, von besonderen Fällen (sehr großes Höhenverhältnis, sehr kleine Belastungen) abgesehen, leichter ausfallen als der Rahmenträger. Vergleiche hierüber auch „Zentralblatt der Bauverwaltung" 1907, wo Patton zahlenmäßig nachweist, daß für eine mäßig belastete Straßenbrücke von $31{,}5^{m}$ Spannweite ein Blechträger nur etwa dreiviertelmal so hoch beansprucht wird wie ein Rahmenträger gleichen Gewichts. Bei großen Weiten ist zwar die Einhaltung der theoretischen Wandstärken noch leichter möglich; diesem Vorteil steht aber der Nachteil der vermehrten Stoßlaschen und Knickversteifungen gegenüber. Ein sicherer Aufschluß über diese Verhältnisse kann im Einzelfall nur auf Grund besonderer Vergleichsentwürfe erhalten werden. Eine Gewichtsersparnis beim Blechträger kann unter Umständen durch die erhöhten Einheitskosten der Bleche und die vermehrte Nietarbeit wieder aufgewogen werden; auch ist bei einem Vergleich der wegen der größeren Winddruckfläche stärker zu haltende Windverband mit in Rechnung zu stellen. Außerdem kommen bei der Wahl des Trägersystems außer dem Kostenpunkt noch andere Gesichtspunkte ästhetischer und praktischer Art in Betracht, die in vielen Fällen dem Rahmenträger trotz größerer Kosten den Vorrang vor dem Blechträger verschaffen können.

Bei Bogenträgern wird die Blechwand in der Regel wesentlich besser ausgenutzt als bei Balkenträgern; außerdem ist der Mehraufwand für Stoßlaschen und für Versteifung der Wand verhältnismäßig gering. Hier kann der Vollwandträger in den meisten Fällen, auch bei den größten Spannweiten, in Wettbewerb mit dem Rahmenträger und dem Fachwerkträger treten. Nur bei kleinen Spannweiten und bei großen Bogenhöhen und dort, wo die Stützlinie stark von der Bogenachse abweicht, wird er den gegliederten Trägern nachstehen. Seine Vorzüge kommen um so mehr zur Geltung, je mehr die Verkehrslast hinter der ruhenden Belastung zurücktritt.

III.

Die Verwendung der Rahmenwerke als Träger ist schon alt; sie erstreckt sich auf Ausführungen in Holz, Gußeisen, Schmiedeeisen und Eisenbeton.

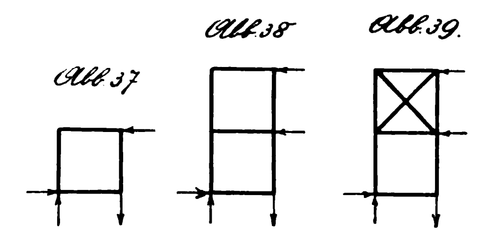
Als Urbild des Rahmenträgers ist die gewöhnliche Holzleiter anzusehen, die von alters her im Wagenbau (Leiterwagen) und als Torflügel bei ländlichen Umzäunungen Verwendung gefunden hat. Die biegungsfeste Verbindung zwischen Zarge (Gurtung) und Sprossen (Pfosten) erfolgt hier ohne Verwendung von Eisenteilen dadurch, daß die Sprossen in die etwas enger gebohrten Löcher der Zargen eingepreßt werden. Des weiteren sind zu nennen die Klötzelholzträger, die sowohl als Balken wie als Bogen ausgeführt worden sind. Sie sind früher vielfach bei Eisenbahnbrücken verwendet worden, wobei in manchen Fällen die Bahnschwellen zugleich als Klötzel (Pfosten) benutzt wurden. Der biegungsfeste Anschluß der Klötzel an die Gurtbalken wird hier durch Schraubenbolzen bewirkt. Als Beispiel einer Klötzelholz-Bogenbrücke sei die alte Eisenbahnbrücke über die Murg bei Rastadt (Abb. 11) erwähnt, die in den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts erbaut, nach etwa 30jähriger Benutzung durch eine Blechträgerbrücke ersetzt worden ist. Ferner gehören hierher die Lavesschen Balken (Abb. 7) und die Bogensehnenträger (Abb. 5, 6), die je nach der Steifigkeit der Knotenverbindungen als reine Rahmenträger oder als Gelenkrahmenträger anzusehen sind.

Eine Kombination von Holz und Eisen zeigt der durch eine eiserne Bewehrung verstärkte Holzbalken; der Anschluß der Pfosten an den Balken ist entweder biegungsfest (Abb. 14) oder gelenkig (Abb. 15); der Anschluß an das Zugband ist stets gelenkig.

In Gußeisen finden sich zahlreiche Ausführungen von Rahmenträgern, bei Brücken und bei Hochbauten. Schon die älteste eiserne Brücke der Welt, die im Jahre 1779 bei Coalbrookdale über den Severn von Reynolds und Darby erbaute Bogenbrücke von $30{,}6^{m}$ Lichtweite zeigt ein mehrfaches Rahmenwerk. Aehnlich ist die erste Eisenbrücke Deutschlands, die im Jahre 1794 vom Kgl. Eisenhüttenwerk Malapane gegossene Striegauer Brücke in Niederschlesien von 13^{m} Lichtweite. Diesen ersten Rahmenbogen folgten zahlreiche weitere Ausführungen, namentlich in England und Frankreich, von den verschiedenartigsten Einzelanordnungen, von einfachem und von mehrfachem Systeme, mit radialen und mit senk-

rechten Pfosten (s. Abb. 8, 9, 10, 11 sowie die Zeichnungen in den Werken über Brückenbau von Becker, Mehrtens u. a.). Die größte Spannweite (71,9 m) weist die im Jahre 1796 nach den Plänen von Wilson erbaute Bogenbrücke bei Wearmouth auf. Ein sehr bemerkenswertes Bauwerk ist die von Marcellis und Duval im Jahre 1840 erbaute Brücke zu Gent von 18,4 m Weite. Die Hauptträger sind Balkenträger mit parallelen Gurtungen, die im wesentlichen nach Abb. 33 mit verbreitertem Anschluß der Pfosten an die Gurtungen angeordnet sind. Die in den Jahren 1839—1845 von Clark erbaute Kettenbrücke über die Donau bei Pest hat 14 m lange Querträger, die als gußeiserne Rahmenbalken mit nahezu parallelen Gurtungen ausgeführt worden sind. Eine häufigere Verwendung haben die gußeisernen Rahmenbalken als Hauptträger von Drehbrücken gefunden, um ein möglichst geringes Eigengewicht zu erzielen. Auch im Hochbau sind die Rahmenträger oftmals ausgeführt worden, namentlich zur Ueberdeckung von Tor- und Fensteröffnungen. Ein schönes Beispiel für Bogenrahmenträger bieten die Kuppelrippen der im Jahre 1850 erbauten Potsdamer Nicolaikirche mit einer Lichtweite von 22,8 m (Abb. 9). Seit dem siegreichen Vordringen der schmiedeeisernen Konstruktionen in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts haben die gußeisernen Träger ihre Bedeutung nach und nach verloren. Gußeiserne Rahmenträger werden zurzeit nur noch in besonderen Ausnahmefällen ausgeführt. Hierher gehören beispielsweise die von Emperger für Eisenbetonbogen verwendeten gußeisernen Gerippe.

Bei schmiedeeisernen Bauten sind die Rahmenträger im Verhältnis zu den Fachwerkträgern seltener verwendet worden. In erster Linie sind hier die Querverbände von Brücken mit untenliegender Fahrbahn zu nennen, wo der Rahmen als einzig mögliche Lösung in Betracht kommt, und zwar einfach, mehrfach oder mit



Fachwerk gemischt (Abb. 37, 38, 39). Auch die Längsverbände kleiner und mittlerer Brücken finden sich vielfach als Rahmenträger ausgeführt. Ihre Gurtungen werden durch die Hauptträger-Gurtungen, ihre Pfosten durch die biegungsfest damit verbundenen Fahrbahnquerträger oder auch durch besondere Querpfosten gebildet. Die Grundzüge der Theorie dieser Rahmenträger mit parallelen Gurtungen wurden erstmals von dem Unterzeichneten in seinem Buche über die Nebenspannungen eiserner Fachwerkbrücken 1893 aufgestellt. Es sind daselbst sowohl die genauen Ausdrücke unter Berücksichtigung der Gurtdehnungen als auch einfache Näherungsformeln für gleichmäßige Belastung angegeben*). Für die Verwendung des Rahmenbaues zu Längsverbänden spricht in vielen Fällen der Umstand, daß die Gurtungen der Hauptträger bei geeigneter Anordnung meist ohne besondere Verstärkung auch noch die verhältnismäßig kleinen Biegungsmomente durch die Windquerkräfte aufnehmen können, namentlich mit Rücksicht darauf, daß ein Zusammentreffen der größten lotrechten und wagrechten Belastungen äußerst selten zu erwarten ist, daß aber in diesen Ausnahmefällen höhere Beanspruchungen zugelassen werden dürfen. Wenn die Fahrbahnquerträger als Pfosten des Rahmenwerkes verwendet werden sollen, so bedürfen sie in der Regel noch einer besonderen Verstärkung. Werden sie mit den Fahrbahnlängsträgern biegungsfest verbunden, so geht der einfache Rahmenträger in einen mehrfachen über (Abb. 12); seine Steifigkeit und Widerstandsfähigkeit nehmen entsprechend zu. In solchen Fällen, wo keine Querträger für die Pfosten zur Verfügung stehen, wie bei dem oberen Längsverband geschlossener Trogbrücken müssen besondere Querpfosten ausgeführt werden. Dieselben werden zutreffendenfalls mit den oberen Querstäben der Querverbände verschmolzen und bedürfen dann keiner besonderen Verstärkung zum Tragen ihres Eigengewichts. Der biegungsfeste Anschluß an die Gurtungen wird bei größeren Spannweiten vorteilhaft durch Büge nach Abb. 30 bewirkt. Die zurzeit meist üblichen Kreuzstreben haben den Nachteil, daß sie infolge der Zusammendrückung der oberen Gurtungen leicht ausbiegen; auch müssen sie, um ihr eigenes Gewicht ohne stärkeren Durchhang tragen zu können, entweder angemessen verstärkt werden, oder es müssen zu ihrer Unterstützung besondere Längsbalken angeordnet werden. Diese Mißstände werden durch die Anordnung halber Diagonalen (Schuppensystem) nach

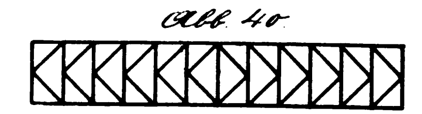


Abb. 40 in der Hauptsache vermieden. Auch in finanzieller Hinsicht erscheint dieses System sehr vorteilhaft, doch dürfte es bezüglich des Aussehens dem Rahmenwerk mit Buganschluß nachstehen.

Als Brückenhauptträger ist der schmiedeeiserne Rahmenträger bis jetzt nur sehr selten verwendet worden. Aus der ersten Zeit des Eisenbahnwesens stammen die Fischbauchträger (Abb. 6), die aus Schienen mit zwischengenieteten Pfosten gebildet wurden; später finden sich auch Bogenträger, bei denen die unteren Bogengurtungen mit den oberen Streckgurtungen durch kräftige Pfosten zu einem Rahmenwerk nach Abb. 8 verbunden sind. Auch Rahmenträger mit parallelen Gurtungen sind in einzelnen Fällen schon frühzeitig an Stelle von Blechträgern des leichteren Aussehens wegen zur Ausführung gelangt; so z. B. bei verschiedenen Fußstegen über die Oos. In größerem Maßstab wurden Rahmenträger seit 1897 von Vierendeel ausgeführt, der auch literarisch sehr energisch für dieselben eingetreten ist. Die ersten Ausführungen, worunter die Brücke bei Beeringen von 26,4 m Weite und die Brücke bei Avelghem von 42 m Weite, zeigen Parallelform; die im Jahre 1910 erbaute Brücke bei Ousselghem von 44,4 m Weite zeigt Halbparabelform. Bemerkenswert erscheint es, daß nur die Hauptträger als Rahmenwerk ausgebildet wurden, während die Längsverbände im Gegensatz hierzu Fachwerk mit Kreuzstreben aufweisen.

Ein hervorragendes Beispiel von Rahmenwerk bei schmiedeeisernen Pfeilern bietet der von Grimm entworfene und 1900 ausgeführte Kinzuaviadukt*) (Höhe der größten Pfeiler 85 m; vgl. Abb. 26).

Ein neues, reiches Anwendungsgebiet hat sich den Rahmenträgern im Eisenbetonbau eröffnet, wo ihnen eine Reihe günstiger Umstände vorwiegend praktischer Natur bis jetzt den Vorrang vor den Fachwerkträgern verschafft hat. Die Ausführung ist einfach und billig, die Anschlußverstärkungen sind leicht ausführbar; die Verbindung der Längseisen an den Knotenpunkten kann in einfacher und bequemer Weise erfolgen; der erforderliche Biegungswiderstand der Stäbe läßt sich im allgemeinen durch einen verhältnismäßig geringen Mehraufwand von Eisen erreichen. Dazu kommt dann noch die Raum-

*) Eine ausführlichere Darstellung der Theorie mit besonderer Berücksichtigung der Anwendung bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

*) S. Transactions of the american society of civil engineers, dec. 1901.

ersparnis, freier Durchgang und freie Durchsicht, was in vielen Fällen von ausschlaggebender Bedeutung ist. Das erste Patent für Rahmenträger in Eisenbeton erhielt Hyatt 1877 in England; es erstreckte sich sowohl auf Parallelträger wie auf Vieleckträger*). Die Bedeutung der Rahmenbalken für die Praxis des Eisenbetonbaues ist von Jahr zu Jahr gestiegen. Sie erhalten meist parallele oder nahezu parallele Gurtungen; ihre Spannweiten bewegen sich in der Regel zwischen 10 und 25 ᵐ. Die von Hennebique im Jahre 1907 erbaute Béjabrücke in Tunis, deren Hauptträger fast reine Parabelträger sind und demgemäß günstigere Spannungsverhältnisse aufweisen, hat die beträchtliche Spannweite von 40 ᵐ.

Bei Bogenbrücken wird der eigentliche Bogen stets voll ausgeführt. Die Auflösung desselben in Rahmenwerk (Abb. 9) ist bei Eisenbeton im allgemeinen finanziell nicht vorteilhaft und wird daher nicht vorgenommen. Dagegen entstehen Rahmenkonstruktionen nach Abb. 8, wenn die Fahrbahnträger und die Stützpfosten wie gewöhnlich steif mit dem Bogen verbunden sind. Bei einer solchen Anordnung werden die äußeren Kraftmomente großenteils durch die Rahmenwirkung aufgenommen und der Bogen dementsprechend entlastet. Andererseits aber erhalten Pfosten und Fahrbahnträger zusätzliche Spannungen. In praxi wird dieses Zusammenarbeiten von Bogen, Pfosten und Fahrbahn nicht in Rechnung gestellt; infolge davon ist in Wirklichkeit der Bogen schwächer, Pfosten und Fahrbahn dagegen stärker beansprucht als angenommen. Aehnlich liegen die Verhältnisse bei Bogenträgern mit aufgehängter Fahrbahn, sofern die Hängepfosten mit Bogen und Fahrbahn steif verbunden sind. Der Grad der Rahmenwirkung hängt naturgemäß von der Steifigkeit der Pfosten ab.

Eine neuartige Verwendung der Rahmenträger zeigt der beim Wettbewerb zur Kaiserbrücke in Bremen 1910 von der Firma Kossel eingereichte Entwurf. Die Hauptträger von 95 ᵐ Spannweite werden durch „schlaffe" Bogen mit besonderen Versteifungsträgern gebildet. Letztere sind als Rahmenträger mit parallelen Gurtungen von 5,65 ᵐ Höhe angeordnet. In ähnlicher Weise finden sich bei verschiedenen Entwürfen zum Wettbewerb der Kölner Rheinbrücke 1911 (Klönne, Hein, Lehmann & Comp.) schmiedeeiserne Rahmenversteifungsträger zu Hängebrücken von 215 ᵐ Stützweite. Eine ausgedehnte Verwendung hat das Rahmenwerk in Eisenbeton bei Stützen und Pfeilern gefunden. Rahmenpfeiler wirken um so günstiger, je mehr sich ihre Umrißform einem Dreieck nähert, da hierbei die Wandquerkräfte an Bedeutung abnehmen. Auch Leitungsmaste und Lichtmaste werden häufig in Rahmenwerk ausgeführt, das sich hier bei den geringen Querkräften besonders empfiehlt.

Zum Schluß sei noch kurz auf die zahlreichen Ausführungen von Rahmenträgern im Hochbau, insbesondere bei Dachbindern, hingewiesen.

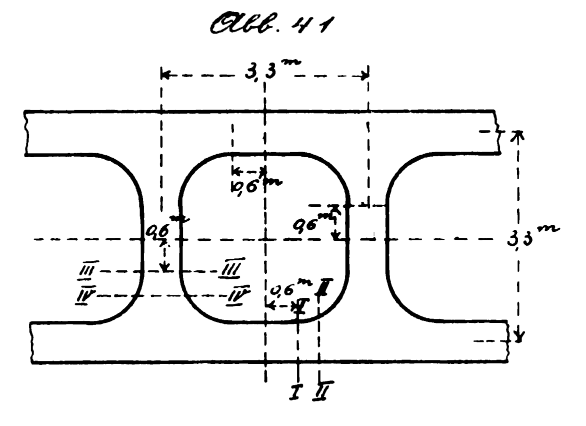
IV.

Nach den vorstehenden Darlegungen ist der Rahmenträger eine altbekannte und vielverwendete, in mannigfachen Formen und Baustoffen ausgeführte Bauweise. Er ist nicht erst von Vierendeel erfunden, berechnet und in den Brückenbau eingeführt worden, wie dies neuerdings des öfteren irrtümlicherweise behauptet wird. Es ist daher auch nicht gerechtfertigt, ganz allgemein jeden einfachen Rahmenträger als System Vierendeel zu bezeichnen. Eine solche Bezeichnung kommt nur in solchen besonderen Fällen in Betracht, wo es sich um neue, eigenartige Einzelheiten der Rahmenträger handelt, wie dies beispielsweise bezüglich der im „Eisenbau" 1911, S. 384, angegebenen Anordnung der Fall ist.

*) Vgl. den Artikel von Zipkes in „Beton und Eisen" 1906.

Die Ausführungen Vierendeels betreffen in erster Linie schmiedeeiserne Balkenträger in Parallelform, dann auch in Halbparabelform. Reine Parabelträger blieben außer Betracht. In einer im Jahre 1910 erschienenen Broschüre über die Beeringer Brücke erklärt Vierendeel die ausgeführten Parallelrahmenträger für wesentlich vorteilhafter als gleichwertige Fachwerkträger. Da diese Ansicht im Gegensatz zur herrschenden Meinung steht, wonach gerade bei schmiedeeisernen Parallelträgern das Rahmenwerk dem Fachwerk in statischer Hinsicht nachsteht, erscheint es angezeigt, auf die genannte Broschüre im folgenden etwas näher einzugehen.

Die Hauptträger der Beeringer Brücke sind Parallelrahmenträger von 26,4 ᵐ Stützweite und 3,3 ᵐ theoretischer Höhe; die Achsweite der acht Felder beträgt je 3,3 ᵐ. Die Abrundungen beginnen jeweils in 0,6 ᵐ Entfernung



von Feldmitte (Abb. 41). Als größte Gesamtbeanspruchung wird für die Gurtungen 1350 $^{kg}/_{qcm}$ und für die Pfosten 1140 $^{kg}/_{qcm}$ berechnet. Diese hohe Beanspruchung wird damit als zulässig begründet, daß bei den Fachwerkträgern eine Grundspannung von 900 $^{kg}/_{qcm}$ gestattet sei, wozu dann noch mindestens 100 % Spannungserhöhung durch die Nebenspannungen hinzukomme, die tatsächliche Gesamtspannung somit mindestens 1800 $^{kg}/_{qcm}$ betrage, während die bei der Beeringer Brücke berechnete Spannung von 1350 $^{kg}/_{qcm}$ die tatsächliche Gesamtspannung unmittelbar, ohne jeglichen weiteren Zusatz darstelle. Ein wie die Beeringer Brücke berechneter Rahmenträger von 1350 ᵏᵍ Höchstspannung sei somit einem Fachwerkträger von 900 ᵏᵍ Grundspannung in statischer Beziehung überlegen; außerdem sei aber auch noch sein Eigengewicht geringer. Diese Angaben erweisen sich bei näherer Prüfung als viel zu günstig für den Rahmenträger und zu ungünstig für den Fachwerkträger.

Als gefährlichster Gurtquerschnitt wurde irrtümlicherweise der Querschnitt I bei Beginn der Abrundung (Abb. 41) in Rechnung gezogen. Die größten Spannungen treten jedoch innerhalb der Abrundung auf. Für den Querschnitt II in 85 ᶜᵐ Entfernung von Mitte des zweiten Feldes berechnet sich auf Grund der angegebenen Dimensionen und äußeren Kraftangriffe*) in der untersten Faser eine Zugbeanspruchung von $\sigma_1 = 580$ ᵏᵍ und eine Biegungsbeanspruchung von $\sigma_2 = 940$ ᵏᵍ, zusammen von 1520 ᵏᵍ. Hierzu kommt nun noch die von Vierendeel außer acht gelassene Nebenspannung, die von den Dehnungen der Gurtstäbe herrührt. Dieselbe kann näherungsweise gleich $\frac{2e}{h}$ mal der Grundspannung des vollen Querschnittes gesetzt werden, wo h die theoretische Trägerhöhe und e der Abstand der äußersten Faser vom

*) Diese Kraftangriffe sind unter der Voraussetzung überall gleich großer Stabquerschnitte berechnet worden. Da diese Voraussetzung nicht vollständig eingehalten worden ist, so sind auch die Kraftangriffe in Wirklichkeit etwas andere als berechnet.

Schwerpunkt bezeichnet, $v = \frac{2 \cdot 30}{330} \cdot 516$ = rund 90 kg.

Die Gesamtspannung beträgt hiernach $\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 + v = 580 + 940 + 90 = 1610$ kg. Dies bedeutet gegenüber der von Vierendeel angegebenen Gesamtspannung im zweiten Feld ($\sigma = 1310$ kg) einen Mehrbetrag von 300 kg = 23%.

Da nach den früheren Darlegungen die Nebenspannungen (Zwängungsspannungen) für die Tragfähigkeit von wesentlich geringerer Bedeutung sind als die übrigen Spannungen, so sollen sie hierfür nur mit ihrem dritten Teil in Rechnung gestellt werden. Die „ideelle" Spannung, die für die Beurteilung des Sicherheitsgrades maßgebend ist, wird hiernach

$$\sigma' = 580 + 940 + \frac{1}{3} 90 = 1550 \text{ kg}.$$

Bei dem dritten Pfosten ist die Biegungsbeanspruchung im Querschnitt III beim Beginn der Abrundung auf $\sigma = 1140$ kg berechnet worden. Innerhalb Abrundung im Querschnitt IV, 92 cm von der Mitte entfernt, ergibt sich dieselbe jedoch zu 1780 kg, wenn man auch dem Umstand Rechnung trägt, daß die Spannung am Querschnittsrand parallel der Abrundungstangente gerichtet ist. Berücksichtigt man ferner auch noch die unmittelbare Zugbeanspruchung des Pfostens, so steigt die Gesamtbeanspruchung auf rund 1800 kg. Gegenüber der von Vierendeel angegebenen Spannung von 1140 kg bedeutet dies einen Mehrbetrag von 660 kg = 58%. Wesentliche Nebenspannungen treten bei den Pfosten nicht auf; es ist daher hier $\sigma' = \sigma = 1800$ kg zu setzen.

Was nun den zum Vergleich dienenden Fachwerkträger anbelangt, so erscheint der für die Nebenspannungen angesetzte Betrag von 100 bzw. 50% der normalen Grundspannungen viel zu hoch. Bei richtiger und sorgfältiger Anordnung steigen die Nebenspannungen innerhalb der Elastizitätsgrenze selten über 30% der Grundspannungen. Die von Vierendeel angeführten Versuchsergebnisse bei französischen Brücken („Annales des ponts et chaussées" 1895, „Revue générale des chemins de fer" 1902) sind nicht beweiskräftig und passen nicht hierher. Teils sind schon einzelne der Ergebnisse mit Rücksicht auf die Art der Erhebung zu beanstanden, teils beziehen sie sich auf besonders ungünstige Anordnungen (exzentrische und einseitige Befestigung der Streben), teils betreffen sie die Querverbiegungen durch die belasteten Querträger, die selbstverständlich bei den Rahmenträgern*) in gleicher Weise auftreten wie bei den Fachwerkträgern. Und schließlich geben die genannten Quellen ausdrücklich an, daß bei einzelnen Systemen (Gitterträger mit und ohne Hilfsständer) die gemessenen Nebenspannungen nur 16 bis 24% der Grundspannungen erreichten. Nimmt man, um ja nicht zu günstig zu rechnen, die Nebenspannungen zu 35% der normalen Grundspannungen an, so ergibt sich die Gesamtspannung $\sigma = 900 + 305$ = rund 1200 kg/qcm und die zur Beurteilung des Sicherheitsgrades dienende ideelle Spannung $\sigma = 900 + \frac{305}{3} = 1000$ kg/qcm. Die Gesamtspannungen σ_r und σ_f des Rahmenträgers und des Fachwerkträgers verhalten sich hiernach

bei den Gurtungen wie $1610 : 1200 = 1{,}34$,
bei den Pfosten wie . . $1800 : 1200 = 1{,}67$.

Das Verhältnis der ideellen Spannungen σ'_r und σ'_f beträgt

bei den Gurtungen $1550 : 1000 = 1{,}55$,
bei den Pfosten . . $1800 : 1000 = 1{,}80$.

Diese Zahlen zeigen, daß der Rahmenträger wesentlich größere Spannungen und kleinere Bruchsicherheit aufweist als der zum Vergleich herangezogene Fachwerkträger von 900 kg/qcm Grundspannung.

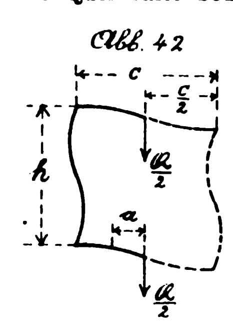
*) Bei der Beeringer Brücke, einer offenen Brücke mit niederen Querträgern, treten diese seitlichen Verbiegungen ebenfalls, und zwar in verhältnismäßig hohem Grade auf; sie sind jedoch nicht in Rechnung gestellt worden.

Bezüglich der Gewichte gibt Vierendeel an, daß das gesamte Eisengewicht der Beringer Brücke 91 t betrage, während ein aufgestellter Vergleichsentwurf in Gitterwerk 97 t erfordert hätte. Demgegenüber sei bemerkt, daß sich bei Ausführung in zweckmäßig angeordnetem Fachwerk kein fühlbares Mehrgewicht ergeben haben würde.

Das Schlußergebnis der vorstehenden Untersuchung lautet hiernach: die Rahmenträger der Beeringer Brücke werden bei annähernd gleichem Gewicht wesentlich höher beansprucht als Fachwerkträger. Sie sind daher statisch geringwertiger als letztere.

Ein allgemeiner Vergleich zwischen schmiedeeisernen Rahmenträgern in Parallelform und Fachwerkträgern läßt sich näherungsweise folgendermaßen anstellen.

Die Grundkräfte der Gurtungen und die ihnen entsprechenden Querschnittsgrößen können bei beiden Systemen genau genug gleich groß angenommen werden. Der Unterschied beider Systeme liegt im wesentlichen in dem durch die Querkräfte bedingten Materialaufwand.

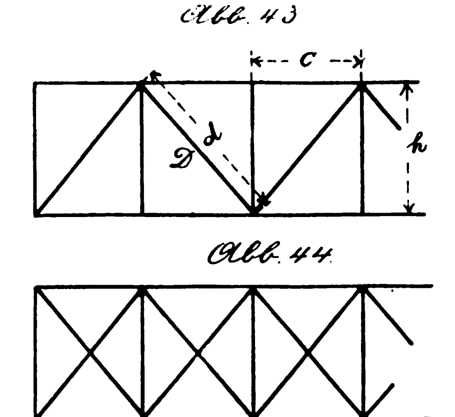


Es sei zunächst ruhende Belastung vorausgesetzt. Beim Rahmenträger erhält man unter der hier zulässigen Annahme, daß die Wendepunkte der Gurtstäbe jeweils in Feldmitte liegen (Abb. 42), das Moment am ungünstigsten Punkte a der Gurtung zu $M = \frac{Q a}{2}$, das zugehörige Widerstandsmoment $W = \frac{Q a}{2 \varkappa}$ und die entsprechende Querschnittsgröße $F_1 = \frac{W}{w} = \frac{Q a}{2 w \varkappa}$, wo Q die Querkraft des Feldes und w den Widerstandsradius bezeichnet. Für die beiden Gurtstäbe eines Feldes ergibt sich hiernach der Materialaufwand annähernd zu

$$V_1 = 2 F_1 c = \frac{Q a c}{w \varkappa}.$$

Für die Pfosten, soweit sie zum belasteten Felde zu rechnen sind, erhält man in ähnlicher Weise einen Materialaufwand $V_2 = \frac{Q a' h}{w' \varkappa}$. Der gesamte durch Q veranlaßte Aufwand ist $V_r = V_1 + V_2 = \frac{Q}{\varkappa}\left(\frac{a c}{w} + \frac{a' h}{w'}\right)$. Für quadratische Felder $c = h$ und $w' = w$, $a' = a$ wird $V_r = \frac{2 Q a h}{w \varkappa}$.

Beim Fachwerkträger entsteht in der Strebe des betrachteten Feldes (Abb. 43) eine Kraft $D = \frac{Q d}{h}$. Dem



entspricht ein Querschnitt $F = \frac{D}{\varkappa'} = \frac{Q d}{h \varkappa'}$ und ein Materialaufwand $F d = \frac{Q d^2}{h \varkappa'}$. Die Spannungszahl $\varkappa'$ soll, um sämtlichen hier in Betracht kommenden Nebenspannungen

Rücksicht zu tragen, kleiner als das normale x, gleich α x angenommen werden. Ferner soll für Hilfsständer noch ein Zuschlag von m % erfolgen. Der Gesamtaufwand stellt sich hiernach auf $V_f = \frac{(1 + 0{,}01\,m)\,Q\,d^2}{a\,h\,x}$, und für quadratische Felder, wo $d^2 = 2\,h^2$, auf

$$V_f = \frac{2\,(1 + 0{,}01\,m)\,Q\,h}{\alpha\,x}.$$

Bei doppeltem Strebensystem (Abb. 44) erhält man den gleichen Wert von V_f. Der Fachwerkträger wird nun so lange leichter als der Rahmenträger, als $V_f < V_r$ ist, d. i. bei quadratischen Feldern so lange

$$\frac{2\,(1 + 0{,}01\,m)\,Q\,h}{\alpha\,x} < \frac{2\,Q\,a\,h}{w\,x} \quad \text{oder} \quad \frac{w}{a} < \frac{\alpha}{1 + 0{,}01\,m}.$$

Beispielsweise ergibt sich für $\alpha = 0{,}6$ und $m = 33$ der Grenzwert $\frac{w}{a} = 0{,}45$.

Für Verkehrslast ändert sich dieses Verhältnis etwas zugunsten des Rahmenträgers. Hier ist in V_f und V_2 der Größtwert von Q, der bei einseitiger Belastung auftritt, einzusetzen; in V_1 dagegen derjenige, der bei ungünstigster Gurtbeanspruchung auftritt. Dies ist im allgemeinen bei Vollbelastung der Fall. Das zugehörige Q ist im Mittel etwa gleich 0,8 des Größtwerts; somit ist nur $0{,}8\,V_1$ in den Wert von V_r einzusetzen. Für quadratische Felder erhält man hiermit den Grenzwert $\frac{w}{a} = \frac{0{,}9\,\alpha}{1 + 0{,}01\,m}$, und mit $\alpha = 0{,}6$ und $m = 33$, $\frac{w}{a}$ = rund 0,4.

Kommen wie gewöhnlich gleichzeitig ruhende Last und Verkehrslast vor, so liegt der Grenzwert von $\frac{w}{a}$ zwischen $\frac{\alpha}{1 + 0{,}01\,m}$ und $\frac{0{,}9\,\alpha}{1 + 0{,}01\,m}$ bzw. zwischen 0,45 und 0,4.

Bei den üblichen Ausführungen der Rahmenträger ist nun $\frac{w}{a}$ kleiner als die angegebenen Grenzwerte; die betreffenden Rahmenträger werden somit schwerer als gleichwertige Fachwerkträger.

Bei vorstehender Untersuchung war angenommen worden, daß die Querschnitte jeweils den Beanspruchungen entsprechend ohne Mehraufwand ausgeführt werden können. Dies läßt sich jedoch nicht überall durchführen. Die Rahmenträger sind vielfach statisch unbestimmte Systeme; ihre Stabkräfte und Stabmomente hängen von den jeweiligen Querschnittsverhältnissen ab. Bei der Berechnung muß man bestimmte Querschnittsverhältnisse vorläufig annehmen. Aendert man dieselben später bei der Dimensionierung ab, so ändern sich die Stabkräfte und Stabmomente und dementsprechend auch die Spannungen; es treten an verschiedenen Stellen mehr oder minder starke Ueberanstrengungen auf. Hält man aber die vorausgesetzten Verhältnisse ein, so wird das Material nur an wenigen Stellen voll ausgenutzt. Nimmt man beispielsweise die Querschnitte sämtlicher Stäbe gleich groß an, so führt dies bezüglich der mittleren Pfosten zu einer schlechten Ausnutzung des Materials; der Aufwand wird größer als es die frühere Rechnung angibt.

Bei den Fachwerkträgern kann das Material bezüglich der Grundspannungen, statische Bestimmtheit vorausgesetzt, im allgemeinen voll ausgenutzt werden; nur bei kleinen Spannweiten ist dies nicht durchgehends möglich, insbesondere nicht bei den Gurtungen, die aus praktischen Gründen auf ihre ganze Länge gleich stark durchgeführt werden.

Aus vorstehendem geht hervor, daß sich die oben angegebene Grenze von $\frac{w}{a}$ im allgemeinen noch weiter nach oben zugunsten der Fachwerkträger verschiebt; nur bei kleinen Spannweiten bleibt der Grenzwert bestehen oder verschiebt sich etwas nach unten.

Bei der verwickelten Natur der Aufgabe können die angegebenen Werte naturgemäß nur näherungsweise Geltung beanspruchen; einen genauen zahlenmäßigen Aufschluß über den Kostenunterschied wird man im Einzelfall immer nur auf Grund von Vergleichsentwürfen erhalten, namentlich dann, wenn es sich um größere Werte von $w : a$ handelt. Bei Trägern mit Vieleckgurtungen ist der Einfluß der Querkräfte auf den Materialaufwand geringer. Der Gewichtsunterschied von Fachwerk und Rahmenwerk wird hier weniger groß als bei Parallelträgern. Bei Parabelträgern und Bogenträgern kann, wie früher erwähnt, der Vorteil unter Umständen auf seiten des Rahmenwerks liegen.

Zum Schluß sei nochmals ausdrücklich bemerkt, daß die Untersuchungen dieses Abschnittes sich ausschließlich auf schmiedeeiserne Träger beziehen. Bei Gußeisen und Eisenbeton liegen die Verhältnisse für das Rahmenwerk günstiger; es wird in dieser Beziehung auf die früheren Darlegungen verwiesen.

Kleine Mitteilungen.

Angelegenheiten des Vereins.

Versammlungsberichte.

Am Mittwoch, den 21. August 1912, fand unter Führung des Herrn Magistratsbaurat de Jonge eine Besichtigung des Neubaues der Stadthalle auf der Bult statt, an der sich 45 Mitglieder und Gäste beteiligten. Nach einem kurzen Vortrag des Herrn de Jonge über die Gesamtanlage wurde die als Rundbau auszuführende Haupthalle mit den Nebenräumen in Augenschein genommen, welche etwa bis 10 m hoch über Erdboden ausgeführt war und so einen guten Einblick in die Ausmaße und die Entwickelung des Grundrisses sowie die Ausführung der Mauer- und Eisenbetonkonstruktionen gewährte. In dem als Langbau ausgeführten Ausstellungsgebäudeteil erregten besonders die aus kleinen zusammengeleimten Holzstücken als Halbkreisbogen hergestellten Hetzerbinder die Aufmerksamkeit.

Unter Führung des Herrn Baudirektors A. Bock besuchten am 7. Oktober 1912 34 Mitglieder des Vereins mit ihren Damen und einigen Gästen das städtische Wasserwerk in Elze. Herr Bock gab zunächst an Hand von Zeichnungen und Plänen eine Erläuterung der Erstreckung, der Ausführung und des Betriebes des Werkes. Anschließend daran wurden die Enteisenungsanlage mit den Koksrieslern und Sandfiltern, der Sammelbrunnen, die Pumpmaschinen sowie die Hochbauanlagen besichtigt.

Der Heimatbund Niedersachsen hatte die Vereinsmitglieder zu der am 6. bis 9. Oktober in Hannover stattfindenden 11. Tagung des Niedersachsentages freundlichst eingeladen.

Vorstandssitzung am 28. Oktober $8^1/_4$ Uhr abends.
Vorsitzender: Herr Schleyer.
Schriftführer: Herr Kellner.
Anwesend: die Herren des Vorstandes und der Zeitschriftenkommission.

Nach dem Berichte des Herrn Nessenius steht im nächsten Jahre durch die von der Abgeordneten-Versammlung in München beschlossene Erhöhung des Verbandsbeitrages auf 5 M. für jedes Mitglied, ein erhebliches Defizit zu erwarten. Um den Etat des Vereins wieder ins Gleichgewicht zu bringen, wurde nach eingehender Beratung auf Antrag des Herrn Barkhausen beschlossen, die Bibliothek unter Aufgabe der eigenen Verwaltung an die Technische Hochschule, die Provinz oder die Stadtverwaltung abzugeben. Die Möglichkeit der Benutzung der Bibliothek solle den Mitgliedern auch ferner erhalten bleiben. Mit Abgabe der Bibliothek würde durch den Wegfall der Lokalmiete usw. eine so bedeutende Verringerung der Ausgaben eintreten, daß auch die Frage der Aufgabe unserer Vereinszeitschrift, auf deren Fortbestand großer Wert gelegt wurde, nicht mehr zu erörtern ist. Der Vorsitzende wurde beauftragt, da die Provinzial-Bibliothek wegen Raummangels und die Städtische Bibliothek wegen ihres sonstigen Inhaltes, an den sich eine rein technische Bibliothek nicht wohl anschließt, zur Uebernahme gegenwärtig nicht geeignet sind, unsere Büchersammlung dem Herrn Unterrichtsminister behufs Annahme für die Technische Hochschule anzutragen.

Bücherschau.

Die Baukunst in ihrer Entwickelung von der Urzeit bis zur Gegenwart. Eine Einführung in Geschichte, Technik und Stil. Von K. O. Hartmann. Leipzig 1912. Carl Scholtze.

Die bisher erschienenen Geschichten der Baukunst haben, trotzdem sie zum Teil neubearbeitet sind, den Mangel, daß sie sich zumeist auf eine rein chronologische Aufzählung der wichtigsten Bauten der verschiedenen Epochen beschränken und dazu eine meist nur kurze Entwickelung der einzelnen Stile bringen. Der enge Zusammenhang zwischen Baukunst, Geschichte und Kultur der Völker war bisher wenig beachtet worden; und doch gibt dieser Zusammenhang erst den verbindenden Faden, der alle Wendepunkte als in der Geschichte und in der Kultur begründet erscheinen läßt und die Baukunst eines Volkes auch in ursächlichen Zusammenhang mit seinen Geschicken bringt. Hartmann beschreibt nicht nur die Baukunst, sondern er geht auf ihre Wurzeln und den engen psychologischen Zusammenhang ihrer Ausdrucksformen mit dem Kultur- und Geistesleben der einzelnen Völker ein. Bei den einzelnen Epochen werden zuerst das allgemeine Volkstum, die Kultur und die Geschichte, sodann die treibenden Kräfte für das Kunstschaffen, die Bauaufgaben, das konstruktive Verfahren und die architektonische Gestaltung und Dekoration besprochen; zum Schluß werden die wichtigsten Baudenkmäler der einzelnen Perioden beschrieben. Die nach der örtlichen Verteilung gruppierten Beispiele sind sorgfältig ausgewählt, doch scheint uns, als ob die romanische Baukunst, zumal die von Frankreich, ziemlich schlecht dabei abschneidet, während im dritten Bande sogar das Barock in Spanien mit einer erfreulich großen Anzahl von Beispielen ausgestattet ist. Neben einem kurzen Abschnitt über die Bronze- und Eisenzeit ist z. B. auch die Baukunst Japans gebührend berücksichtigt. Ein Orts-, Namen- und Sachregister macht das Werk zu einem bequemen Nachschlagebuch. Nahezu 1000 Abbildungen, zumeist Lichtbilder, erläutern den Text. Wir begrüßen das Erscheinen des eine viel empfundene Lücke ausfüllenden, vortrefflich ausgestatteten Werkes und empfehlen es angelegentlichst zum Studium der Baukunst an den höheren Schulen und zum Selbstunterricht.

Dr.-Ing. *Meyer.*

Bürgerliche Baukunde und Baupolizei. Von Architekt C. Busse. Leipzig. B. G. Teubner.

Seit wenigen Jahren haben die preußischen Baugewerkschulen einen neuen Lehrplan, durch den die Lernzeit der Schüler auf fünf Halbjahre erhöht wurde; der Lehrstoff sollte dabei nicht erweitert, sondern vertieft werden. Eine der wichtigsten Neuerungen für die Hochbauabteilung ist die, daß in jeder der fünf aufsteigenden Klassen der Entwurf eines Hauses in allen Teilen und mit Rücksicht auf konstruktive, hygienische und dekorative Forderungen besprochen und von den Schülern unter Anleitung und Aufsicht des Lehrers durchgearbeitet werden soll, soweit es in der Schule möglich ist. Es wird mit einem einfachen, kleinen Haus angefangen und den Fortschritten der Schüler entsprechend in jeder folgenden Klasse eine größere Aufgabe durchgeführt. Es liegt dieser Unterrichtsmethode der Gedanke zugrunde, dem Schüler schon nach dem Besuch weniger Klassen eine gewisse Befähigung für kleinere Aufgaben zu verschaffen und den oberen Klassen nur diejenigen Schüler zuzuführen, welche ihren Fähigkeiten entsprechend und mit einem weiteren Aufwand an Geld und Zeit eine höhere Befähigung erlangen wollten. Demgemäß zerfällt das vorliegende Werkchen in vier selbständige Abschnitte. In dem ersten, welcher den Lehrstoff der untersten Klasse darstellt, wird die Lage des Hauses an der Straße, die Anlage kleiner freistehender Wohnhäuser mit allen Einzelheiten und die Möblierung der Räume besprochen. Der zweite Abschnitt behandelt Grundrißlösungen für Arbeiterhäuser, ländliche Wohngebäude, Landgasthäuser und kleinere freistehende Landhäuser und enthält ferner allgemeine baurechtliche und baupolizeiliche Bestimmungen für Landgemeinden. Der dritte Abschnitt gilt der Besprechung etwas größerer Landhäuser, städtischer Einfamilienhäuser und kleinerer städtischer Mietshäuser, enthält ferner einige Anleitungen für Innen- und Außenarchitektur solcher Häuser und schließlich das Wichtigste aus den baupolizeilichen Bestimmungen für Stadtgemeinden und besonders für Berlin. Der letzte Abschnitt endlich (für die zweitoberste Klasse) behandelt größere eingebaute Mietshäuser mit Seitenflügeln und Quergebäuden, Geschäftshäuser und Wohnhäuser und ferner kleinere öffentliche Gebäude, wie Schulen, kleinere Rathäuser und Krankenhäuser.

Die Aufgabe des Werkchens besteht zum großen Teil darin, das Diktat des Lehrers zu ersetzen und zu erweitern, aber nicht darin, den Vortrag des Lehrers unnötig zu machen; es bringt daher an Text und Abbildungen nur das Wesentlichste in knapper Form und erfüllt daher ebenso wie die meisten anderen Leitfäden der Girndtschen Sammlung ausgezeichnet seinen Zweck. Es ist nicht nur für angehende Mittelschultechniker wertvoll, sondern kann auch Studierenden bestens empfohlen werden.

Dipl.-Ing. Dr. phil. Wagner.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

: = 0,2	ε = 0,15	ε = 0,10	ε = 0,05
60; σ = 1,60 0,30 z = 0	$d = 0{,}52$; σ = 1,60 $\frac{E}{N} = 0{,}260$ $z = 0$	$d = 0{,}424$; σ = 1,60 $\frac{E}{N} = 0{,}212$ $z = 0$	$d = 0{,}30$; σ = 1,60 $\frac{E}{N} = 0{,}15$ $z_1 = 0$
,90; σ = 2,40 0,30 ,0 = 0,030	$d = 0{,}78$; σ = 2,40 $\frac{E}{N} = 0{,}260$ $z_{2,0} = 0{,}026$	$d = 0{,}635$; σ = 2,40 $\frac{E}{N} = 0{,}212$ $z_{2,0} = 0{,}021$	$d = 0{,}45$; σ = 2,40 $\frac{E}{N} = 0{,}15$ $z_{2,0} = 0{,}015$
,20; σ = 3,20 0,30 ,0 = 0,120 ,5 = 0,056 ,0 = 0,013	$d = 1{,}04$; σ = 3,20 $\frac{E}{N} = 0{,}260$ $z_{2,0} = 0{,}104$ $z_{2,5} = 0{,}059$ $z_{3,0} = 0{,}011$	$d = 0{,}847$; σ = 3,20 $\frac{E}{N} = 0{,}212$ $z_{2,0} = 0{,}085$ $z_{2,5} = 0{,}040$ $z_{3,0} = 0{,}009$	$d = 0{,}60$; σ = 3,20 $\frac{E}{N} = 0{,}15$ $z_{2,0} = 0{,}060$ $z_{2,5} = 0{,}028$ $z_{3,0} = 0{,}007$
,50; σ = 4,00 0,30 ,0 = 0,250 ,5 = 0,150 ,0 = 0,083 ,5 = 0,035	$d = 1{,}30$; σ = 4,00 $\frac{E}{N} = 0{,}260$ $z_{2,0} = 0{,}217$ $z_{2,5} = 0{,}130$ $z_{3,0} = 0{,}072$ $z_{3,5} = 0{,}030$	$d = 1{,}06$; σ = 4,00 $\frac{E}{N} = 0{,}212$ $z_{2,0} = 0{,}177$ $z_{2,5} = 0{,}106$ $z_{3,0} = 0{,}059$ $z_{3,5} = 0{,}025$	$d = 0{,}75$; σ = 4,00 $\frac{E}{N} = 0{,}15$ $z_{2,0} = 0{,}125$ $z_{2,5} = 0{,}075$ $z_{3,0} = 0{,}043$ $z_{3,5} = 0{,}018$
,80; σ = 4,8 0,30 ,0 = 0,420 ,5 = 0,276 ,0 = 0,180 ,5 = 0,110 ,0 = 0,060	$d = 1{,}56$; σ = 4,8 $\frac{E}{N} = 0{,}260$ $z_{2,0} = 0{,}364$ $z_{2,5} = 0{,}239$ $z_{3,0} = 0{,}156$ $z_{3,5} = 0{,}096$ $z_{4,0} = 0{,}052$	$d = 1{,}27$; σ = 4,8 $\frac{E}{N} = 0{,}212$ $z_{2,0} = 0{,}297$ $z_{2,5} = 0{,}195$ $z_{3,0} = 0{,}127$ $z_{3,5} = 0{,}079$ $z_{4,0} = 0{,}042$	$d = 0{,}90$; σ = 4,8 $\frac{E}{N} = 0{,}15$ $z_{2,0} = 0{,}21$ $z_{2,5} = 0{,}138$ $z_{3,0} = 0{,}090$ $z_{3,5} = 0{,}056$ $z_{4,0} = 0{,}030$
2,10; σ = 5,6 0,30 ,0 = 0,630 ,5 = 0,434 ,0 = 0,303 ,5 = 0,210 ,0 = 0,140	$d = 1{,}82$; σ = 5,6 $\frac{E}{N} = 0{,}260$ $z_{2,0} = 0{,}546$ $z_{2,5} = 0{,}376$ $z_{3,0} = 0{,}263$ $z_{3,5} = 0{,}182$ $z_{4,0} = 0{,}122$	$d = 1{,}48$; σ = 5,6 $\frac{E}{N} = 0{,}212$ $z_{2,0} = 0{,}445$ $z_{2,5} = 0{,}307$ $z_{3,0} = 0{,}213$ $z_{3,5} = 0{,}148$ $z_{4,0} = 0{,}099$	$d = 1{,}05$; σ = 5,6 $\frac{E}{N} = 0{,}150$ $z_{2,0} = 0{,}315$ $z_{2,5} = 0{,}217$ $z_{3,0} = 0{,}152$ $z_{3,5} = 0{,}105$ $z_{4,0} = 0{,}070$

$h = 11{,}0$ m	$d = 7{,}37$; σ = 7,04 $\frac{E}{N} = 0{,}65$ $z_{2,0} = 3{,}090$ $z_{2,5} = 2{,}245$ $z_{3,0} = 1{,}652$ $z_{3,5} = 1{,}242$ $z_{4,0} = 0{,}935$	$d = 6{,}90$; σ = 7,04 $\frac{E}{N} = 0{,}61$ $z_{2,0} = 2{,}900$ $z_{2,5} = 2{,}100$ $z_{3,0} = 1{,}550$ $z_{3,5} = 1{,}163$ $z_{4,0} = 0{,}875$	$d = 6{,}40$; σ = $\frac{E}{N} = 0{,}565$ $z_{2,0} = 2{,}685$ $z_{2,5} = 1{,}945$ $z_{3,0} = 1{,}435$ $z_{3,5} = 1{,}080$ $z_{4,0} = 0{,}812$
$h = 12{,}0$ m	$d = 8{,}05$; σ = 7,68 $\frac{E}{N} = 0{,}65$ $z_{2,0} = 3{,}810$ $z_{2,5} = 2{,}780$ $z_{3,0} = 2{,}090$ $z_{3,5} = 1{,}605$ $z_{4,0} = 1{,}235$	$d = 7{,}53$; σ = 7,68 $\frac{E}{N} = 0{,}61$ $z_{2,0} = 3{,}560$ $z_{2,5} = 2{,}605$ $z_{3,0} = 1{,}960$ $z_{3,5} = 1{,}500$ $z_{4,0} = 1{,}155$	$d = 6{,}97$; σ = $\frac{E}{N} = 0{,}565$ $z_{2,0} = 3{,}300$ $z_{2,5} = 2{,}405$ $z_{3,0} = 1{,}810$ $z_{3,5} = 1{,}390$ $z_{4,0} = 1{,}070$

= 0,2	$\varepsilon = 0,15$	$\varepsilon = 0,1$	$\varepsilon = 0,05$
7; $\sigma = 1,28$),326 = 0	$d = 0,58$; $\sigma = 1,28$ $\frac{E}{N} = 0,282$ $z = 0$	$d = 0,475$; $\sigma = 1,28$ $\frac{E}{N} = 0,231$ $z = 0$	$d = 0,34$; $\sigma = 1,28$ $\frac{E}{N} = 0,163$ $z = 0$
0; $\sigma = 1,92$),326 = 0	$d = 0,87$; $\sigma = 1,92$ $\frac{E}{N} = 0,282$ $z = 0$	$d = 0,71$; $\sigma = 1,92$ $\frac{E}{N} = 0,231$ $z = 0$	$d = 0,50$; $\sigma = 1,92$ $\frac{E}{N} = 0,163$ $z = 0$
4; $\sigma = 2,56$),326 = 0,062 = 0,005	$d = 1,16$; $\sigma = 2,56$ $\frac{E}{N} = 0,282$ $z_{2,0} = 0,055$ $z_{2,5} = 0,004$	$d = 0,95$; $\sigma = 2,56$ $\frac{E}{N} = 0,231$ $z_{2,0} = 0,044$ $z_{2,5} = 0,003$	$d = 0,67$; $\sigma = 2,56$ $\frac{E}{N} = 0,163$ $z_{2,0} = 0,03$ $z_{2,5} = 0,00$
78; $\sigma = 3,2$),326 = 0,168 = 0,078 = 0,018	$d = 1,45$; $\sigma = 3,2$ $\frac{E}{N} = 0,282$ $z_{2,0} = 0,145$ $z_{2,5} = 0,068$ $z_{3,0} = 0,016$	$d = 1,186$; $\sigma = 3,2$ $\frac{E}{N} = 0,231$ $z_{2,0} = 0,119$ $z_{2,5} = 0,055$ $z_{3,0} = 0,013$	$d = 0,84$; $\sigma = 3,2$ $\frac{E}{N} = 0,163$ $z_{2,0} = 0,084$ $z_{2,5} = 0,0392$ $z_{3,0} = 0,009$
2; $\sigma = 3,84$),326 = 0,308 = 0,179 = 0,094 = 0,033	$d = 1,74$; $\sigma = 3,84$ $\frac{E}{N} = 0,282$ $z_{2,0} = 0,266$ $z_{2,5} = 0,155$ $z_{3,0} = 0,081$ $z_{3,5} = 0,028$	$d = 1,425$; $\sigma = 3,84$ $\frac{E}{N} = 0,231$ $z_{2,0} = 0,218$ $z_{2,5} = 0,127$ $z_{3,0} = 0,067$ $z_{3,5} = 0,023$	$d = 1,008$; $\sigma = 3,84$ $\frac{E}{N} = 0,163$ $z_{2,0} = 0,154$ $z_{2,5} = 0,090$ $z_{3,0} = 0,047$ $z_{3,5} = 0,016$
5; $\sigma = 4,48$),326 = 0,486 = 0,313 = 0,193 = 0,109 = 0,047	$d = 2,035$; $\sigma = 4,48$ $\frac{E}{N} = 0,282$ $z_{2,0} = 0,421$ $z_{2,5} = 0,271$ $z_{3,0} = 0,167$ $z_{3,5} = 0,095$ $z_{4,0} = 0,041$	$d = 1,66$; $\sigma = 4,48$ $\frac{E}{N} = 0,231$ $z_{2,0} = 0,344$ $z_{2,5} = 0,221$ $z_{3,0} = 0,136$ $z_{3,5} = 0,078$ $z_{4,0} = 0,033$	$d = 1,175$; $\sigma = 4,48$ $\frac{E}{N} = 0,163$ $z_{2,0} = 0,243$ $z_{2,5} = 0,156$ $z_{3,0} = 0,097$ $z_{3,5} = 0,055$ $z_{4,0} = 0,024$
85; $\sigma = 5,12$),326 = 0,698 = 0,467 = 0,315 = 0,206 = 0,125	$d = 2,325$; $\sigma = 5,12$ $\frac{E}{N} = 0,282$ $z_{2,0} = 0,605$ $z_{2,5} = 0,405$ $z_{3,0} = 0,273$ $z_{3,5} = 0,178$ $z_{4,0} = 0,108$	$d = 1,90$; $\sigma = 5,12$ $\frac{E}{N} = 0,231$ $z_{2,0} = 0,494$ $z_{2,5} = 0,332$ $z_{3,0} = 0,223$ $z_{3,5} = 0,146$ $z_{4,0} = 0,089$	$d = 1,341$; $\sigma = 5,12$ $\frac{E}{N} = 0,163$ $z_{2,0} = 0,349$ $z_{2,5} = 0,234$ $z_{3,0} = 0,157$ $z_{3,5} = 0,103$ $z_{4,0} = 0,063$
)2; $\sigma = 5,76$ 0,326 = 0,948 = 0,655 = 0,463 = 0,325 = 0,222	$d = 2,62$; $\sigma = 5,76$ $\frac{E}{N} = 0,282$ $z_{2,0} = 0,823$ $z_{2,5} = 0,568$ $z_{3,0} = 0,401$ $z_{3,5} = 0,282$ $z_{4,0} = 0,192$	$d = 2,135$; $\sigma = 5,76$ $\frac{E}{N} = 0,231$ $z_{2,0} = 0,670$ $z_{2,5} = 0,462$ $z_{3,0} = 0,327$ $z_{3,5} = 0,230$ $z_{4,0} = 0,157$	$d = 1,51$; $\sigma = 5,76$ $\frac{E}{N} = 0,163$ $z_{2,0} = 0,474$ $z_{2,5} = 0,327$ $z_{3,0} = 0,231$ $z_{3,5} = 0,163$ $z_{4,0} = 0,111$
36; $\sigma = 6,4$ 0,326 = 1,232 = 0,874 = 0,635 = 0,465 = 0,336	$d = 2,91$; $\sigma = 6,4$ $\frac{E}{N} = 0,282$ $z_{2,0} = 1,068$ $z_{2,5} = 0,756$ $z_{3,0} = 0,550$ $z_{3,5} = 0,403$ $z_{4,0} = 0,291$	$d = 2,375$; $\sigma = 6,4$ $\frac{E}{N} = 0,231$ $z_{2,0} = 0,870$ $z_{2,5} = 0,616$ $z_{3,0} = 0,449$ $z_{3,5} = 0,328$ $z_{4,0} = 0,238$	$d = 1,68$; $\sigma = 6,40$ $\frac{E}{N} = 0,163$ $z_{2,0} = 0,616$ $z_{2,5} = 0,436$ $z_{3,0} = 0,318$ $z_{3,5} = 0,232$ $z_{4,0} = 0,168$

70 d.

= 0,2	ε = 0,15	ε = 0,10	ε = 0,05
704; $\sigma = 0{,}66$ $= 0{,}46$ $z = 0$	$d = 0{,}61$; $\sigma = 0{,}66$ $E:N = 0{,}40$ $z = 0$	$d = 0{,}496$; $\sigma = 0{,}66$ $E:N = 0{,}325$ $z = 0$	$d = 0{,}352$; $\sigma = 0{,}66$ $E:N = 0{,}23$ $z = 0$
,06; $\sigma = 0{,}99$ $= 0{,}46$ $z = 0$	$d = 0{,}92$; $\sigma = 0{,}99$ $E:N = 0{,}40$ $z = 0$	$d = 0{,}75$; $\sigma = 0{,}99$ $E:N = 0{,}325$ $z = 0$	$d = 0{,}53$; $\sigma = 0{,}99$ $E:N = 0{,}23$ $z = 0$
,41; $\sigma = 1{,}32$ $= 0{,}46$ $z = 0$	$d = 1{,}22$; $\sigma = 1{,}32$ $E:N = 0{,}40$ $z = 0$	$d = 0{,}99$; $\sigma = 1{,}32$ $E:N = 0{,}325$ $z = 0$	$d = 0{,}71$; $\sigma = 1{,}32$ $E:N = 0{,}23$ $z = 0$
,76; $\sigma = 1{,}65$ $= 0{,}46$ $z = 0$	$d = 1{,}52$; $\sigma = 1{,}65$ $E:N = 0{,}40$ $z = 0$	$d = 1{,}24$; $\sigma = 1{,}65$ $E:N = 0{,}325$ $z = 0$	$d = 0{,}88$; $\sigma = 1{,}65$ $E:N = 0{,}23$ $z = 0$
,11; $\sigma = 1{,}98$ $= 0{,}46$ $z = 0$	$d = 1{,}83$; $\sigma = 1{,}98$ $E:N = 0{,}40$ $z = 0$	$d = 1{,}49$; $\sigma = 1{,}98$ $E:N = 0{,}325$ $z = 0$	$d = 1{,}05$; $\sigma = 1{,}98$ $E:N = 0{,}23$ $z = 0$
,46; $\sigma = 2{,}31$ $= 0{,}46$ $_{2,0} = 0{,}09$	$d = 2{,}13$; $\sigma = 2{,}31$ $E:N = 0{,}40$ $z_{2,0} = 0{,}078$	$d = 1{,}74$; $\sigma = 2{,}31$ $E:N = 0{,}325$ $z_{2,0} = 0{,}064$	$d = 1{,}23$; $\sigma = 2{,}31$ $E:N = 0{,}23$ $z_{2,0} = 0{,}045$
,81; $\sigma = 2{,}64$ $= 0{,}46$ $_{2,0} = 0{,}206$ $_{2,5} = 0{,}041$	$d = 2{,}44$; $\sigma = 2{,}64$ $E:N = 0{,}40$ $z_{2,0} = 0{,}179$ $z_{2,5} = 0{,}035$	$d = 1{,}98$; $\sigma = 2{,}64$ $E:N = 0{,}325$ $z_{2,0} = 0{,}145$ $z_{2,5} = 0{,}028$	$d = 1{,}41$; $\sigma = 2{,}64$ $E:N = 0{,}23$ $z_{2,0} = 0{,}103$ $z_{2,5} = 0{,}020$
,16; $\sigma = 2{,}97$ $= 0{,}46$ $_{2,0} = 0{,}351$ $_{2,5} = 0{,}140$	$d = 2{,}74$; $\sigma = 2{,}97$ $E:N = 0{,}40$ $z_{2,0} = 0{,}304$ $z_{2,5} = 0{,}122$	$d = 2{,}24$; $\sigma = 2{,}97$ $E:N = 0{,}325$ $z_{2,0} = 0{,}249$ $z_{2,5} = 0{,}099$	$d = 1{,}58$; $\sigma = 2{,}97$ $E:N = 0{,}23$ $z_{2,0} = 0{,}176$ $z_{2,5} = 0{,}070$
3,51; $\sigma = 3{,}3$ $= 0{,}46$ $_{2,0} = 0{,}520$ $_{2,5} = 0{,}258$ $_{3,0} = 0{,}086$	$d = 3{,}04$; $\sigma = 3{,}3$ $E:N = 0{,}40$ $z_{2,0} = 0{,}450$ $z_{2,5} = 0{,}223$ $z_{3,0} = 0{,}074$	$d = 2{,}48$; $\sigma = 3{,}3$ $E:N = 0{,}325$ $z_{2,0} = 0{,}367$ $z_{2,5} = 0{,}182$ $z_{3,0} = 0{,}060$	$d = 1{,}76$; $\sigma = 3{,}3$ $E:N = 0{,}23$ $z_{2,0} = 0{,}260$ $z_{2,5} = 0{,}129$ $z_{3,0} = 0{,}043$
3,88; $\sigma = 3{,}63$ $= 0{,}46$ $_{2,0} = 0{,}715$ $_{2,5} = 0{,}400$ $_{3,0} = 0{,}190$ $_{3,5} = 0{,}041$	$d = 3{,}35$; $\sigma = 3{,}63$ $E:N = 0{,}40$ $z_{2,0} = 0{,}618$ $z_{2,5} = 0{,}345$ $z_{3,0} = 0{,}164$ $z_{3,5} = 0{,}036$	$d = 2{,}73$; $\sigma = 3{,}63$ $E:N = 0{,}325$ $z_{2,0} = 0{,}504$ $z_{2,5} = 0{,}282$ $z_{3,0} = 0{,}134$ $z_{3,5} = 0{,}029$	$d = 1{,}94$; $\sigma = 3{,}63$ $E:N = 0{,}23$ $z_{2,0} = 0{,}358$ $z_{2,5} = 0{,}200$ $z_{3,0} = 0{,}095$ $z_{3,5} = 0{,}021$
4,22; $\sigma = 3{,}96$ $= 0{,}46$ $_{2,0} = 0{,}940$ $_{2,5} = 0{,}564$ $_{3,0} = 0{,}310$ $_{3,5} = 0{,}131$	$d = 3{,}65$; $\sigma = 3{,}96$ $E:N = 0{,}40$ $z_{2,0} = 0{,}811$ $z_{2,5} = 0{,}487$ $z_{3,0} = 0{,}269$ $z_{3,5} = 0{,}114$	$d = 2{,}98$; $\sigma = 3{,}96$ $E:N = 0{,}325$ $z_{2,0} = 0{,}663$ $z_{2,5} = 0{,}398$ $z_{3,0} = 0{,}220$ $z_{3,5} = 0{,}093$	$d = 2{,}11$; $\sigma = 3{,}96$ $E:N = 0{,}23$ $z_{2,0} = 0{,}470$ $z_{2,5} = 0{,}282$ $z_{3,0} = 0{,}155$ $z_{3,5} = 0{,}066$

d.

: 0,2	$\varepsilon = 0{,}15$	$\varepsilon = 0{,}10$	$\varepsilon = 0{,}05$
$\sigma = 0{,}48$),545 = 0	$d = 0{,}71;\ \sigma = 0{,}48$ $E:N = 0{,}472$ $z = 0$	$d = 0{,}58;\ \sigma = 0{,}48$ $E:N = 0{,}384$ $z = 0$	$d = 0{,}41;\ \sigma = 0{,}48$ $E:N = 0{,}273$ $z = 0$
$\sigma = 0{,}72$),545 = 0	$d = 1{,}06;\ \sigma = 0{,}72$ $E:N = 0{,}472$ $z = 0$	$d = 0{,}87;\ \sigma = 0{,}72$ $E:N = 0{,}384$ $z = 0$	$d = 0{,}615;\ \sigma = 0{,}72$ $E:N = 0{,}273$ $z = 0$
$\sigma = 0{,}96$,545 = 0	$d = 1{,}42;\ \sigma = 0{,}96$ $E:N = 0{,}472$ $z = 0$	$d = 1{,}16;\ \sigma = 0{,}96$ $E:N = 0{,}384$ $z = 0$	$d = 0{,}82;\ \sigma = 0{,}96$ $E:N = 0{,}273$ $z = 0$
$\sigma = 1{,}2$,545 = 0	$d = 1{,}78;\ \sigma = 1{,}2$ $E:N = 0{,}472$ $z = 0$	$d = 1{,}45;\ \sigma = 1{,}2$ $E:N = 0{,}384$ $z = 0$	$d = 1{,}03;\ \sigma = 1{,}2$ $E:N = 0{,}273$ $z = 0$
$\sigma = 1{,}44$,545	$d = 2{,}13;\ \sigma = 1{,}44$ $E:N = 0{,}472$	$d = 1{,}74;\ \sigma = 1{,}44$ $E:N = 0{,}384$	$d = 1{,}23;\ \sigma = 1{,}44$ $E:N = 0{,}273$
$\sigma = 1{,}68$,545 = 0	$d = 2{,}48;\ \sigma = 1{,}68$ $E:N = 0{,}472$ $z = 0$	$d = 2{,}03;\ \sigma = 1{,}68$ $E:N = 0{,}384$ $z = 0$	$d = 1{,}44;\ \sigma = 1{,}68$ $E:N = 0{,}273$ $z = 0$
$\sigma = 1{,}92$,545 = 0	$d = 2{,}84;\ \sigma = 1{,}92$ $E:N = 0{,}472$ $z = 0$	$d = 2{,}32;\ \sigma = 1{,}92$ $E:N = 0{,}384$ $z = 0$	$d = 1{,}64;\ \sigma = 1{,}92$ $E:N = 0{,}273$ $z = 0$
$\sigma = 2{,}16$ 545 —0,060	$d = 3{,}19;\ \sigma = 2{,}16$ $E:N = 0{,}472$ $z_{2,0} = 0{,}056$	$d = 2{,}61;\ \sigma = 2{,}16$ $E:N = 0{,}384$ $z_{2,0} = 0{,}046$	$d = 1{,}84;\ \sigma = 2{,}16$ $E:N = 0{,}273$ $z_{2,0} = 0{,}033$
$\sigma = 2{,}4$ 545 —0,182	$d = 3{,}55;\ \sigma = 2{,}4$ $E:N = 0{,}472$ $z_{2,0} = 0{,}158$	$d = 2{,}90;\ \sigma = 2{,}4$ $E:N = 0{,}384$ $z_{2,0} = 0{,}129$	$d = 2{,}05;\ \sigma = 2{,}4$ $E:N = 0{,}273$ $z_{2,0} = 0{,}091$
$\sigma = 2{,}64$ 545 0,321 —0,056	$d = 3{,}90;\ \sigma = 2{,}64$ $E:N = 0{,}472$ $z_{2,0} = 0{,}278$ $z_{2,5} = 0{,}048$	$d = 3{,}19;\ \sigma = 2{,}64$ $E:N = 0{,}384$ $z_{2,0} = 0{,}227$ $z_{2,5} = 0{,}039$	$d = 2{,}25;\ \sigma = 2{,}64$ $E:N = 0{,}273$ $z_{2,0} = 0{,}160$ $z_{2,5} = 0{,}078$
$\sigma = 2{,}88$ 545 0,480 0,164	$d = 4{,}26;\ \sigma = 2{,}88$ $E:N = 0{,}472$ $z_{2,0} = 0{,}416$ $z_{2,5} = 0{,}142$	$d = 3{,}48;\ \sigma = 2{,}88$ $E:N = 0{,}384$ $z_{2,0} = 0{,}340$ $z_{2,5} = 0{,}116$	$d = 2{,}46;\ \sigma = 2{,}88$ $E:N = 0{,}273$ $z_{2,0} = 0{,}240$ $z_{2,5} = 0{,}082$

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1913. Heft 2.
(Band LIX; Band XVIII der neuen Folge.)



Erscheint jährlich in 6 Heften.
Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

Das Holz als Baustoff [1]).

Mitteilungen aus dem Bauingenieur-Laboratorium der Technischen Hochschule Hannover.

Von Geh. Regierungsrat Prof. G. Lang.

Seitdem die Urmenschen sich nicht mehr mit Höhlen oder hohlen Baumstämmen als Unterschlupf begnügten, sondern das Bedürfnis nach dem Bau eigener Wohnungen empfanden, die den ersten Anfang aller Kultur bildeten, war das Holz der bequemste und geeignetste Baustoff, weil er als schlechter Wärmeleiter den besten Schutz vor den Unbilden der Witterung gewährte, ferner sich leicht bearbeiten und zusammenfügen ließ, wozu die einfachsten Steinwerkzeuge sowie die zu Stricken gewundenen Bastfasern der Bäume und Halme ausreichten. Anfänglich genügte das gewöhnliche Blockhaus, das durch den Lauf der Jahrhunderte in holzreichen Gegenden sich erhalten hat, aber derart verbessert und ausgebildet wurde, daß es in Ländern, wie Rußland und Skandinavien, auch für bessere Wohnhäuser noch lange vorherrschend bleiben wird, da es im Winter die wärmsten, im Sommer die kühlsten Wohnräume bietet, so daß man behaglicher darin wohnt als in dünnwandigen Steinhäusern.

Freilich hat das Holzhaus zwei Uebelstände, die Fäulnis- und die Feuergefahr, welch letztere in engbebauten Städten oft zur Einäscherung ganzer Stadtteile führt und daher zu einem Bauverbot der Holzhäuser in unseren Großstädten Anlaß gegeben hat. Dieses Bauverbot wurde anfänglich zu streng durchgeführt, allmählich aber greift eine richtige Einschränkung Platz; denn wir besitzen heute Mittel zur Verhinderung des Faulens und zur Verminderung der Entflammbarkeit des Holzes, die bei richtiger Anwendung und guten Feuerwehreinrichtungen die früheren Verheerungen wesentlich einzuschränken vermögen, so daß die Unkenrufe derer, die das Holz ganz aus dem Hausbau verdrängen oder es höchstens noch für Gerüstbauten — zu denen es ja trotz eiserner fahrbarer Krantürme nie ganz entbehrlich ist — zulassen wollen, mehr und mehr verstummen müssen, sobald erst die üblen Erfahrungen mit den kalten und durchhörigen dünnwandigen Beton- und Eisenbetonbauten, die sich namentlich in unseren Mietkasernen zeigen, bekannter geworden sind. Zwar lassen sich letztere Uebelstände mildern durch Anwendung von Betonhohlsteinen und verhältnismäßig teure Verkleidungen, unter denen die Korkstoffe — also wiederum Holz — die häufigsten, billigsten und besten sind; doch erreicht man damit immer noch nicht die Annehmlichkeiten guter Holzbauten, die vorläufig auch wesentlich billiger sind und für Landbauten bereits wieder vorgezogen werden.

Welch gute und dauerhafte Holzbauten in Rußland üblich sind, zeigen u. a. die aus meiner Sammlung stammenden Zeichnungen eines Staatsbahnhofes, die Nußbaum im „Handbuch der Hygiene", Bd. IV, 2, S. 601, mitteilte. Statt der dort angedeuteten Schieferdeckung auf Latten, besser natürlich auf Schalung, findet sich in Städten häufiger eine Deckung mit sibirischem Schwarzblech auf Schalung, während auf dem Lande das wärmere Strohdach vorgezogen wird.

Der Ruf: „Das Holz taugt nichts zum heutigen Hausbau" wird zwar noch häufig vernommen, ist aber dahin richtigzustellen, daß dieser Ruf eine falsche Verallgemeinerung örtlicher übler Erfahrungen ist, die nicht in der Untauglichkeit des Holzes begründet sind, sondern nur darin, daß die Kenntnisse derer nicht viel taugten, die das Holz so falsch verwendet haben.

[1]) Die meisten technischen Schriftsteller gebrauchen noch heute das fünfsilbige, aber eintönige Wort „Baumaterial" statt des zweisilbigen „Baustoff". Ueber die unschönen und oft falschen Binde-s in zusammengesetzten Worten, sowie die überflüssigen „ungs" s. „Zeitschrift des allgemeinen deutschen Sprachvereins" 1909, S. 329.

Erstaunlich ist, daß in dem neuesten Buch von Mitgliedern des preußischen Baustoffprüfamtes „über Materialprüfungswesen" (Stuttgart 1912) das Holz nur als Brennstoff und Papierstoff erwähnt, seine so wichtige Prüfung als Baustoff aber gänzlich verschwiegen wird.

Die Wertschätzung des Holzes wird wieder steigen, wenn wir es richtig zu prüfen, zu erziehen und im Bauwesen richtig auszuwählen und anzuwenden sowie vor Fäulnis, Ungeziefer und Feuergefahr besser zu schützen wissen werden. Dazu gehören aber heutzutage mehr Kenntnisse als sie die meisten unserer Lehrbücher und Schulen vermitteln, auch die Erfahrungen alter Baumeister reichen dazu nicht mehr aus, wie leicht einzusehen ist:

Wenn in früheren Jahrhunderten ein Bauherr sich zum Hausbau entschloß, war eine seiner ersten Sorgen, sich ein gutes gesundes Holz aus den benachbarten Waldungen selbst oder durch einen erfahrenen Baumeister auszusuchen, falls dies aber nicht angängig, es von ganz bestimmten bewährten Bezugquellen heranzuholen, es mindestens zwei Jahre an geschützter Stelle gut austrocknen zu lassen, inzwischen die Wände langsam und sorgfältig hochzumauern und die Holzbalken dann trocken einzubringen, die Balkenköpfe erst durch Birkenrindenumhüllung vor Fäulnis zu schützen und nur die Dachdeckung rasch auszuführen, damit der Regen abgehalten wurde und alles gut durchlüften und austrocknen konnte, ehe die Fußbodendielen gelegt wurden, mit deren Vollendung und Anstrich dann das Haus fertig und trocken beziehbar war.

Heute vergehen zwischen Entschluß zum Hausbau und Beziehbarkeit kaum so viel Monate als früher Jahre. Das Holz wird frisch vom Holzhändler bezogen, ohne Gewißheit über Bezugquelle, Güte und Trockenheit, ja es wird manchmal erst nach der Bestellung aus dem Wasser gezogen, in dem es angeflößt wurde, rasch zersägt und in nasse Mauern ohne Schutzmittel eingebracht, die Balkenfache werden zu früh mit feuchter Füllung versehen, schleunigst die Decke darunter angeputzt und die Dielen darüber gelegt, das Ganze dann durch die verderblichen Koksöfen zum allzuraschen und nur oberflächlichen Austrocknen gezwungen, was dem Mauerwerk höchst nachteilig ist, und dann an sogenannte Trockenwohner billig vermietet, um das Baukapital möglichst rasch zu verzinsen auf Kosten der Gesundheit der Trockenwohner und der Dauer des Hauses, das möglichst rasch verkauft wird, ehe Fäulnis und Schwamm sich so weit entwickelt haben können, daß man sie äußerlich wahrnimmt, da dies den Verkaufwert herabsetzt, auch das Verschweigen solcher Wahrnehmungen gerichtlich belangt werden kann.

Die eben geschilderten schlimmsten Auswüchse des Gebarens des ausbeutenden Unternehmertums sind zwar in den meisten Großstädten seit kaum zwei Jahrzehnten durch strengere baupolizeiliche Vorschriften und Verbot der Vermietung an Trockenwohner beseitigt, der üble Ruf, in den das Holz dadurch gekommen ist, wirkt aber noch nach, und die Unsicherheit in der Beurteilung der Güte des Holzes ist noch zu groß, um eine rasche Besserung seiner Wertschätzung herbeizuführen. Die alten durch Jahrhunderte überlieferten und vervollkommneten Erfahrungen mit dem einheimischen Holze lassen sich nicht ohne weiteres auf fremdes Holz übertragen, das auf den Eisenbahn- und Wasserwegen jetzt von weither eingeführt wird, der Bedarf an Holz ist so groß, ebenso die Schnelligkeit unseres Bauens, daß man oft bewußt auch minderwertiges Holz verwenden muß, um den übrigen Bau nicht aufzuhalten, ja daß man oft dafür gleiche Preise wie für gutes Holz bezahlen muß. Die Klagen über das Bauholz werden daher nicht aufhören, bis die Baumeister, Bauhandwerker und Holzhändler etwas mehr vom Holz verstehen und es prüfen lernen, bis ferner als Folge hiervon auch unsere Forstwirtschaft andere Bahnen einschlägt und das jetzt verrufene einheimische Holz wieder zu Ehren bringt. Welche Verschiebungen in unseren Holzbezugquellen der Welthandel mit sich gebracht hat, mögen folgende drei Beispiele zeigen:

1. Das Harzer Fichtenholz, das sich früher durch Güte und Astreinheit so auszeichnete, daß es nicht bloß im Harz, sondern auch in den Städten Hannovers fast ausschließlich zu Balken, Sparren und Fußbodendielen verwendet wurde, ist heute durch seine Aestigkeit und Weichheit (zu viel Frühholz) im Ansehen sehr herabgedrückt, nicht aber im Preise, so daß heute mitten im Oberharz der ärmste Bergmann für seinen Hausbau keine Harzer Dielen mehr kauft, sondern schwedische und russische, die gegenwärtig besser, fester und astreiner sind, auch dank den Sägemühlen und Hobelwerken unserer Hafenstädte als fertig gehobelte, genutete und gefederte Dielen mitten im Harz billiger zu kaufen sind als ungehobelte weiche und ästige Harzdielen.

2. Bei den Versuchen von Möller über die Dauer verschiedener Hölzer am und im Süßwasser sind nach der Dr.-Ing.-Arbeit von Richter 1911, S. 20, nicht etwa die in der Nähe erhältlichen Harzer Fichten zu Dauerversuchen herangezogen, sondern minderwertige böhmische Tannen, die massenhaft in Deutschland eingeführt werden, da sie auf der Elbe billig herangeflößt werden.

3. In Harburg a. d. Elbe verwendet man zu den Wasserbauten, trotzdem dort die Gefahr des Bohrwurms ganz ausgeschlossen ist, nicht mehr die altberühmten Eichen der Lüneburger Heide, sondern australisches Jarrahholz, das den Weg um fast die halbe Erdkugel zurückgelegt hat und trotzdem um 17 % billiger ist als gutes einheimisches Eichenholz (150 gegen 180 M./m³), dabei fester, dauerhafter, von geraderem Wuchs und astreiner als letzteres.

Während also früher der Holzhandel sich auf wenige benachbarte Bezugquellen beschränkte, deren Vertreter dem Käufer persönlich bekannt waren, so daß die Lieferung guten Holzes eine Vertrauenssache war, ist dies heute nicht mehr möglich, wo das Holz aus der ganzen Welt zusammengekauft wird, und wo man weder dessen Waldbesitzer und seinen Forstbetrieb noch Standort, Klima, Boden, Fällzeit und Behandlung nach dem Fällen kennt, wo daher alle möglichen schadhaften und minderwertigen Hölzer mit eingeschmuggelt werden und erst durch genaue Prüfung ausgeschlossen werden müssen.

Als ich vor 20 Jahren in unserem Verein [2]) auf diese Veränderungen und die Gefahr, minderwertiges Holz einzukaufen, falls wir es nicht gründlicher zu prüfen verstehen, aufmerksam machte, wurde mir aus der Versammlung entgegnet, daß es genüge, die Ausfuhrhäfen guten Holzes zu kennen, um sich vor Betrug zu schützen. Trotz meiner Warnung hat A. Knoche diese Ansicht in einer besonderen Schrift vertreten, die mittlerweile auch von Laris a. a. O.[3]), S. 14, bekämpft worden ist.

Denn wenn auch 1892 die betreffenden Ausfuhrhäfen nur gutes astreines Holz lieferten, weil eben solches noch im Ueberfluß vorhanden war und das minderwertige als Brennholz guten Absatz fand — was vor Einführung der Kohlenheizung auch im Harz und anderwärts in Deutschland der Fall war —, so ist doch zu bedenken, daß in den meisten Holzausfuhrländern seit langer Zeit Raubbau getrieben wird, so daß das gute Holz heute immer seltener und teurer wird, daß uns also die Kenntnis der Ausfuhrhäfen auf die Dauer nicht viel nützt, und stetigem Wechsel unterliegt, wie die neueren Schriften [4]) und [5]) zeigen. In

[2]) Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Vereins Hannover 1893, 2, S. 126.

[3]) Laris: Rohholzgewinnung und gewerbliche Eigenschaften des Holzes. Wien 1909.

[4]) Laris: Nutzholzliefernde Holzarten. Wien 1910.

[5]) Krais, Dr. Paul: Die Hölzer. Bd. 1 der gewerbl. Materialkunde. Stuttgart 1910.

absehbarer Zeit werden wir gezwungen sein, unser einheimisches Holz besser als bisher zu pflegen, um dem Bedarf zu genügen, es wird dann aber auch lohnender sein als bisher, gutes Holz zu erziehen, wenn erst die Erkenntnis in den Baukreisen mehr durchgedrungen sein wird, welch große Unterschiede in der Güte und Wertigkeit des Holzes — auch aus jeder einzelnen Bezugquelle — bestehen, so daß der Holzeinkauf heutzutage fast so schwierig geworden ist wie der Pferdehandel. Zur richtigen Beurteilung des Holzes möchten diese Zeilen einen Beitrag liefern und zeigen, daß zur sicheren Auswahl des Bauholzes eine genaue Kenntnis von dessen Wachstumbedingungen, dem Kleingefüge (Anatomie) des Holzes, den Fehlern und Krankheiten, der Fällzeit und Aufbereitung nötig ist. Da aber diese Kenntnisse bei Handelsholz in der Regel nicht unmittelbar zu erlangen sind, muß man imstande sein, sie durch Prüfung des Holzes festzustellen, d. h. aus ihm heraus lesen zu lernen. Erst wenn diese Kenntnisse allgemein verbreitet sind und die Hölzer vor dem Einkauf geprüft werden, minderwertiges Holz daher ausgeschlossen oder wenigstens im Preise stärker als bisher herabgesetzt wird, werden auch unsere Forstwirte sich entschließen, mehr als bisher auf Erziehung guten Holzes zu achten, während sie jetzt nur auf Erzeugung von möglichst vielem raschwüchsigen und daher meist minderwertigem Holz bedacht sein müssen, da ja der Holzhandel ihnen alles Holz einer Sorte zu bestimmten Durchschnittspreisen abnimmt, ohne in eine genauere Prüfung einzutreten.

Wird ferner auf besseren Schutz des Holzes gegen Fäulnis und Feuer im Bau selbst geachtet, so wird das Holz als Baustoff wieder mehr zu Ehren kommen, was es vermöge seiner guten Eigenschaften voll verdient. Ueber die Eignung der Schutzmittel, die in den letzten Jahrzehnten so zahlreich in den Handel kamen, hier zu berichten, verbietet leider der Raum unserer Zeitschrift; bei dem vielen Minderwertigen, das angepriesen wird, wäre sehr viel hierüber zu sagen. Wir beschränken uns jedoch auf die Besprechung der in den meisten unserer technischen Lehrbücher ungenügend behandelten Eigenschaften der wichtigsten Bauhölzer, ihrer Fehler und Beschädigungen sowie der Fehler, die in Bauverbänden noch so vielfach gemacht werden mit bildlichen Darstellungen, die teils den in den Fußnoten angeführten Quellen entnommen sind, teils aus meiner Sammlung von Baustoffen stammen, teils aus den Versuchen im Bauingenieur-Laboratorium unserer Hochschule hervorgegangen sind.

I. Die äußeren Kennzeichen guten Holzes,

die sich mit Auge, Ohr, Geruch und Gefühl (Gewicht, Nageldruck usw.) wahrnehmen lassen, sind im allgemeinen bekannt, aber in vielen Fällen nicht ausreichend, und man ist nur dann vor Irrtümern geschützt, wenn diese Prüfungen etwas gründlicher als bisher gehandhabt werden.

Mit dem Auge erkennen wir, ob die Farbe des Holzes gesund ist, wozu freilich viel Erfahrung gehört, die aus den Angaben unserer Lehrbücher nicht zu gewinnen ist; manchmal wird uns auch durch künstliche Färbungen gesundes Holz vorgetäuscht. Letzteres kann man zwar durch Anschlagen mit dem Beil, durch Anbohren u. a. nachprüfen, schädigt aber dabei den Stamm und hat dann Weiterungen mit dem Händler, falls man die Berechtigung dazu nicht in den Kaufbedingungen vorgesehen hat.

Ein geübtes Auge erkennt ferner am ganzen Stamm wohl die äußere Astreinheit, die aber keine sichere Gewähr fürs Innere ist (vgl. später) sowie etwaigen Drehwuchs, einseitigen (exzentrischen) Wuchs, Verhältnis von Kern- und Splintholz, von Früh- und Spätholz im Jahrring, Strahlen- und Ringklüfte, sowie äußere Schädigungen durch Bohrwürmer, Wildfraß, Faulstellen und dergleichen, kann aber nicht entdecken die innere Astreinheit, verstockte und gut überwachsene örtliche Fäulnisstellen größerer Stämme, die der Tragfähigkeit von Balken und Stützen oft so verhängnisvoll werden und auch durch Anbohren nicht leicht zu entdecken sind. Selbst in Brettern sind heute die Astlöcher vielfach durch Zapfen ersetzt, die mit genauen Maschinen eingesetzt werden, aber freilich nur den Laien zu täuschen vermögen.

Das Gehör bildet daher eine wichtige Ergänzung der Prüfung durch das Auge. Da nämlich gesundes trockenes Holz ein guter Schalleiter, besonders in der Längsrichtung ist, braucht man nur das Ohr an das Zopfende des Stammes zu halten und durch einen eingeschulten, pflichttreuen Gehilfen alle Stellen des Stammendes in vereinbarter Reihenfolge leicht mit dem Hammer anschlagen zu lassen, während das Ohr in derselben Reihenfolge über das Zopfende bewegt wird. Hört man dann überall einen hellen, fast metallischen Klang, so hat man hierdurch eine sicherere Gewähr für durchweg gesundes trockenes Holz als durch Anhieb mit dem Beil oder durch Anbohren. Faule Stellen im Innern werden durch dumpfen Klang angezeigt. Nasses Holz zeigt matteren Klang als gut ausgetrocknetes, der aber immer noch deutlich von dem Klang der Fehlerstellen unterscheidbar ist. Die wirkliche Lage der Fehlerstellen wird dann durch Beklopfen der dem dumpfklingenden Faserstreifen am nächsten liegenden Mantellinie des Stammes ermittelt.

Jede Holzart hat ihren besonderen Geruch, der bei edlen Hölzern sehr geschätzt und zur Entlarvung von Nachahmungen dienlich ist, wozu allerdings Uebung gehört. Durch Faulstellen und Pilze wird der Geruch sehr verändert.

Das Gefühl kann den Ungeübten leicht irreführen. Ein erfahrener Tischler vermag zwar durch leichte Hobelstöße etwaige Mängel der Mantel- oder der Stirnfläche des Stammes gut zu beurteilen. Man pflegt auch mittels einfacher Meßwerkzeuge die Härte des Stammes zu prüfen, kann damit aber nicht die innere Beschaffenheit sicher ergründen.

Die Härte des Holzes ist an verschiedenen Stellen desselben so außerordentlich verschieden, daß eine einheitliche Prüfung — z. B. durch Bestimmung der Eindrucktiefe mittels des Kugeldruckprüfers, wie das bei Metallen, Mineralien und Gesteinen üblich ist — bei Holz nur nutzt, wenn sie an vielen Stellen angesetzt wird. Geeigneter noch erscheint die Prüfung der Abnutzung, d. h. des Gewichtverlustes durch das Sandstrahlgebläse, das seit 1900 von Gary für Baustoffprüfung benutzt und ausgebildet wurde, wobei die großen Unterschiede der Härte in den verschiedenen Teilen einer Holzfläche deutlich hervortreten, wie zahlreiche unserer Abbildungen zeigen werden. Sie sind mittels Preßluft erzeugt; Gary benutzt Dampfdruck mit Vortrocknung, da sonst das Feuchtwerden des Holzes von Einfluß wäre. Diese Prüfart eignet sich besonders für Holzpflastersorten und wird neuerdings auch vielfach angewendet. Allein für den allgemeinen Gebrauch verbietet sich das Sandstrahlgebläse durch die Kosten und die Umständlichkeit seiner Einrichtung und Bedienung; es wird daher auf Laboratorien und Prüfanstalten beschränkt bleiben und höchstens in großen Bauverwaltungen mit starkem Holzbedarf Eingang finden, falls nicht die einfachere und billigere Kugeldruckprobe mittels Brinnells Apparat vorgezogen wird, die Schwappach auf dem Brüsseler Kongreß 1906 in Vorschlag brachte, nachdem Janka (vgl. a. a. O.[6]) 1909, S. 10) sie schon vorher ausgebildet und bei der österreichischen Forstprüfanstalt in

[6]) Janka: Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchwesen Oesterreichs, Heft 25 v. J. 1900, Heft 28 v. J. 1904 u. Heft 35 v. J. 1909.

Mariabrunn angewendet hat; er verwendet eine Halbkugel von 1,128 cm ⌀, so daß ihr Größtkreis genau 1 cm^2 Fläche bedeckt und preßt sie mittels einer Druckvorrichtung in verschiedene Holzflächen voll ein. Die hierzu erforderliche Kraft, d. h. der Widerstand ausgedrückt in Kilogramm auf 1 cm^2 Eindruckfläche, gilt ihm als Maß der Härte, woraus er dann zugleich die Festigkeit des Holzes ermittelt (vgl. später).

Für viele Fälle genügt die Fingernageldruckprobe, um einen Vergleich der Härte verschiedener Hölzer zu ermöglichen, wobei allerdings die Prüffläche vorher glatt zu hobeln ist, um die Größe des Eindrucks zu erkennen, und wobei man darauf zu achten hat, daß man stets gleichen Fingerdruck anwendet und die Fläche nach verschiedenen Richtungen überfährt, da das Spätholz und manche Markstrahlen bedeutend größeren Widerstand leisten als das Frühholz der Nadelbäume bzw. die Ringporenstrecken mancher Laubbäume, wie später sich zeigen wird. Da die Stärke des Fingernageldruckes auch bei ein und demselben Prüfer in verschiedenen Zeiten und Stimmungen unbewußt wechselt, hat man (in Nachahmung der Vicatschen Nadelprobe für Zementprüfungen) versucht, behufs genauer Zahlenvergleiche die Tiefe des Eindringens einer Nadel von bestimmter Form, Stärke und Belastung zu messen. Büsgen (a. a. O.[5]), S. 358 oder[7])) belastet eine Nadel mit Teller, die in einem Gestell geführt wird, so lange durch Gewichte, bis sie eine bestimmte Eindringtiefe (2 mm) erreicht, und bezeichnet die hierzu erforderlichen Gewichte als Maß der Härte. Je nach der Stelle, an der man das Nadelgestell aufsetzt, wird man aber für ein und dieselbe Holzprobe Dutzende von verschiedenen Maßen erhalten, die zudem mit Alter, Austrocknung und Höhenlage der Probeentnahme stark wechseln, und deren Bestimmung sehr viel Zeit erfordert. Daher ist entweder die Kugeldruckprobe mit dem verhältnismäßig billigen Apparat Brinnell-Janka für jeden größeren Forst- und Baubetrieb zu empfehlen oder noch besser die Probe mit dem Sandstrahlgebläse zu beantragen, wenn man auch zu letzterer Prüfung die Holzproben an Prüfanstalten einsenden und deren Gebühren bezahlen muß, wobei man für Hölzer, die gleichzeitig der Abnutzung durch Abschleifen ausgesetzt werden, z. B. für Holzpflaster, auch noch die Schleifprobe mit beantragen wird. Zu beachten ist, daß die Meßergebnisse stark von dem Feuchtigkeitgrade des Holzes beeinflußt werden.

In den meisten Fällen versteht man aber unter „Härte des Holzes" seinen Widerstand gegen Bearbeitung durch Sägen, Bohren, Hobeln, für manche Gewerbe auch durch Spalten, Raspeln oder Schneiden (letzteres für Bleistiftholz und Bildschnitzer das Wichtigste), und diese Prüfung kann ein erfahrener Tischler oder Holzarbeiter nach dem Gefühl vornehmen, wobei nur zu beachten ist, daß der Widerstand gegen diese Bearbeitungsarten in Quer- und Längsrichtung des Holzes sehr verschieden ist, daß also z. B. die Säge für Querschnitte andere Schränkung haben soll als für Längsschnitte, daß der Widerstand bei feuchtem Holz ein anderer ist als bei trockenem, und zwar bei letzterem teils stärker, teils schwächer als bei feuchtem, je nach der Holzart; z. B. sägt sich feuchtes Eichenholz und andere Harthölzer leichter als trockene, weil das Wasser auflockernd wirkt, während bei manchen Weichhölzern, z. B. Linde, das Umgekehrte stattfindet, da hier die Lockerung zu weit geht und ein zähes Ineinanderfließen bewirkt. Frost fördert das Sägen, erschwert aber die Bearbeitung mit der Axt. Weiteres hierüber siehe bei Nördlinger[8]), Gottgetreu[11a]) u. a.

[7]) Handwörterbuch der Naturwissenschaften 1912 unter den Stichwörtern: Nutzholz, Baum, Paläobotanik.

[8]) Nördlinger: Die technischen Eigenschaften der Hölzer. Stuttgart 1860.

Manche meinen, mit dem Gewichte des Holzes steige seine Härte verhältnisgleich. Das gäbe dann eine sehr einfache Härtebestimmung durch Abwägen, was aber leider zu großen Irrtümern führen könnte, so daß man sich meist begnügt, nach dem Gefühl des Bearbeitenden über den Härtewiderstand zu entscheiden.

Bei Maschinenbearbeitung wäre es möglich, durch Messen des Arbeitaufwandes Zahlen für diesen Widerstand zu gewinnen, was aber eine teure und sehr zeitraubende Versuchreihe voraussetzt. Man verzichtet daher meist auf eine haarscharfe Einteilung der Hölzer nach ihrer Härte, um so mehr, als die Grenzen sich meist stark überschneiden. Immerhin möge die Härteeinteilung mitgeteilt sein, welche auf Grund seiner Vergleichversuche Nördlinger[8a]) angegeben hat. Er wählte folgende acht Härteklassen:

1. Steinhart: Pockholz, Ebenholz und andere tropische Hölzer, von denen neuerdings besonders Grenadilleholz, Grünherz, Quebracho und das Kameruner Eisenholz Bongossi zu nennen sind.
2. Beinhart: Beinholz, Sauerdorn, Buchs, Rainweide, Syringe und viele Eucalyptusarten.
3. Sehr hart: Mandelbaum, Weißdorn, Schwarzdorn und die Hartriegelarten.
4. Hart: Maßholder und andere Ahorne, Hainbuche, Wildkirsche, Mehlbaum, Kreuzdorn .....
5. Ziemlich hart: Esche, Maulbeerbaum, Stechpalme, Platane, Zwetsche, Zerreiche, Robinie, Ulmenarten, Legföhre.
6. Etwas hart: Silberahorn, Edelkastanie, Rotbuche, Nußbaum, die Eichenarten, Birn- und Apfelbaum, Vogelbeer.
7. Weich: Kiefer (Föhre), Fichte und Tanne, Roßkastanie, Erle, Birke, Hasel, Wacholder, Traubenkirsche, Rhusarten, Mandel- und Salweide.
8. Sehr weich: Weymuthkiefer, Taxodium distichum, Espe und andere Pappeln, Weißlorbeer- und Knackweide, Linde, Sequoia.

Wie schon gesagt, kann man über die Zugehörigkeit der einzelnen Holzarten in diese acht Gruppen streiten, und die Untersuchung wird verschieden ausfallen, je nach Herkunft und Standort der Hölzer; so z. B. wird die Eiche von vielen in eine härtere, der Ahorn in eine weichere Gruppe versetzt. Besonders starke Abweichungen von Nördlinger zeigt die Liste von Laris a. a. O.[3]), S. 95/96, die zugleich die Spaltfestigkeit und Dauer sowie die Raumgewichte hinzufügt und auch mehr ausländische Hölzer umfaßt; nur die heute so wichtigen australischen Hölzer fehlen. Ueber Büsgens Messungen s. Fußnote 16.

Das Gewicht der Hölzer zu kennen, ist für viele Bauzwecke von Wert; es wechselt aber sehr nach Standort, Alter und Feuchtigkeitgehalt. Selbst in den neuesten Nachschlagbüchern (z. B. Hütte 1911 und Joly 1913) wird noch meistens kein Unterschied zwischen spezifischem Gewicht und Raumgewicht gemacht, höchstens daß einige statt Raumgewicht „scheinbares spezifisches Gewicht" sagen. Es wäre endlich Zeit, die durch Gary beim Berliner Prüfamt seit 1896 eingeführte und auch vom Weltverband[9])

[8a]) Nördlinger: Die gewerblichen Eigenschaften der Hölzer Stuttgart 1890.

[9]) Als „Weltverband" soll in folgendem kurz der „Internationale Verband für die Materialprüfungen der Technik" bezeichnet werden. Seine Beschlüsse über Holzprüfungen auf dem Brüsseler Kongreß 1906 s. B. M. 1907, 1, S. 2, sie stammen in der Hauptsache von Rudeloff. Mit der Abkürzung: B. M. (Berliner Mitteilungen) bezeichnen wir die „Mitteilungen des Kgl. Materialprüfungsamtes Berlin-Großlichterfelde W"; ferner mit der Abkürzung „W. V.", Heft ..., die bis jetzt in zwei Bänden heftweise erschienenen Mitteilungen des Internationalen Verbandes.

sowie den daran beteiligten Forstleuten angenommene kurze Bezeichnung **Raumgewicht** r in alle Lehrbücher für Techniker aufzunehmen. Im einzelnen ist folgendes zu bemerken:

Spezifisches Gewicht s ist das Gewicht der Raumeinheit eines Stoffes, der frei von allen Hohlräumen, also ausschließlich von der dem Stoffe eigentümlichen Masse ausgefüllt gedacht ist. Nur bei völlig dichten Körpern kann man s unmittelbar aus der Raumeinheit abwägen. Bei porigen Körpern macht der Abzug der Hohlräume um so größere Schwierigkeiten, je versteckter die Poren liegen. Bei Holz ist letzteres im höchsten Grade der Fall, so daß s nur nach völliger Zertrümmerung des Gefüges bestimmbar ist. Man hat nun gefunden, daß aller Holzstoff ein und denselben Wert von s ergibt, ob er aus leichtesten oder schwersten Holzstämmen gewonnen wird. Martens fand $s > 1{,}50$, R. Hartig[10] $s = 1{,}56$. Kleine Schwankungen treten ein, je nachdem die Wände der Holzzellen mit Mineralien oder Harz, Gummi oder dgl. fest überzogen sind. Der Holzstoff wiegt also mehr als das $1^1/_2$fache von Wasser, so daß jedes Holz untersinken müßte, dessen Zellen völlig mit Wasser erfüllt wären. Nun sind aber die Zellen lufttrockenen Holzes meist mit Luft gefüllt, wozu je nach der Feuchtigkeit der Luft noch mehr oder weniger Wassergehalt kommt, und da die Zellenwände verschieden dick, ihr Porenraum verschieden groß ist, so schwankt das Gewicht der Raumeinheit der verschiedenen Holzarten zwischen sehr weiten Grenzen, vom leichtesten Korkholz mit 0,20 bis zum schwersten Eisenholz mit 1,39.

Raumgewicht r ist eine kurze treffende Bezeichnung für das Gewicht der Raumeinheit eines festen Körpers einschließlich aller seiner Poren, Hohlräume und deren verschiedenartiger Ausfüllung durch Luft, Wasser, Säfte, Mineralien usw. Bei **Holz** wechselt r nicht nur mit seinem Gefüge, sondern auch mit seinem Feuchtigkeitgrad, man muß deshalb hier noch vier weitere Unterscheidungen einführen, um sich kurz ausdrücken zu können. Wir bezeichnen im folgenden mit:

1. **Grüngewicht** r_g das Raumgewicht eines frischgefällten Holzstückes.
2. **Lufttrockengewicht** r_t das Raumgewicht eines an der Luft gut ausgetrockneten Holzstückes.
3. **Naßgewicht** r_n das Raumgewicht eines wasserhaltigen oder **nassen** Holzstückes.
4. **Darrgewicht** r_0 das Raumgewicht eines im Trockenofen künstlich von Wasser ganz befreiten (gedarrten) Holzstückes.

Während die drei ersten dieser Ausdrücke allgemein bekannt und geläufig sind, findet man statt der kurzen Bezeichnung „Darrgewicht" r_0 noch 1909 bei Janka[6]) die Bezeichnung: „Spezifisches Absoluttrockengewicht".

Bestimmung von r_0, r_t und r_n.

Streng genommen ist nur r_0 scharf bestimmbar, da bei den drei anderen der Wassergehalt zu stark wechselt und nicht im voraus, sondern erst **nach** den anderen Prüfungen bestimmbar ist.

Rob. Hartig[10]) stellte 1885 fest, daß in der Wissenschaft jetzt allgemein das Darrgewicht r_0 als Maßstab für Holzvergleichungen diene. Dies nahm der Weltverband[9]) 1906 auf, auch mit Rücksicht darauf, daß mit steigendem Wassergehalt des Holzes seine Druckfestigkeit abnimmt, nach einem Gesetze, das S. 103 besprochen wird. Hier sei aber gleich festgestellt, daß dieses Gesetz nur gilt, wenn das Holz äußerst vorsichtig, mit sehr langsamer Steigerung der Hitze und gutem Abzug der erzeugten Wasserdämpfe getrocknet wird, wofür der Weltverband[9]) eingehende Trockenvorschriften gegeben hat. Trocknet man nasses Holz zu rasch und ohne Sauglüftung, so entstehen im Holz derartige Dampfspannungen und Lockerungen des Gefüges, daß seine Festigkeit stark abnimmt, ja ein völliges Mürbewerden eintreten kann[11]). Das völlige Austrocknen bis r_0 ist daher nur für wissenschaftliche Zwecke nach genauen Regeln durchzuführen, während es für Bauhölzr zwecklos, ja schädlich wäre; denn dickere Hölzer reißen beim künstlichen Trocknen leicht auf, es sei denn, daß sie mit Heißdampf langsam getrocknet werden bis höchstens herab auf 10 % Wassergehalt, um dann sofort gegen neue Wasseraufnahme aus der Luft durch Tränken mit wasserabweisenden Stoffen geschützt zu werden; bei dünneren Holzstücken, wie sie Möbeltischler brauchen, kann die Austrocknung etwas weitergehen, wenn die Hölzer hernach sofort mit Leinöl getränkt werden. Unter 8 % geht man aber auch im trockensten Klima selten, und die hierfür nötigen guten Trockenöfen dürfen nur langsam und bei weichen Hölzern höchstens auf 50 bis 80° C erhitzt werden, während bei Harthölzern 30 bis 55° C das Aeußerste ist, wenn Risse vermieden werden sollen. Die Wasseraufnahme solchen künstlich getrockneten Holzes soll, wenn es nachträglich in feuchte Luft kommt, angeblich geringer sein als bei nur an der Luft getrocknetem Holze; doch stimmt dies nur beim Trocknen mit Harzdämpfen. Man wird daher, falls keine wasserdichte Tränkung sofort nachfolgt, mit der Trocknung nicht weitergehen als auf 10 bis 12 % Wassergehalt, entsprechend den unteren Grenzen unserer Luftfeuchtigkeit. Auch hat das künstliche Trocknen von Bau- und Möbelholz nur dann einen Sinn, wenn aus irgendwelchen Gründen die erforderliche lange Zeit zum Lufttrocknen nicht abgewartet werden kann.

Lufttrockengewicht r_t ist ein etwas unbestimmter Begriff, weil die Feuchtigkeit der Luft sehr häufig sich stark ändert und das hiergegen sehr empfindliche Holz seinen Wassergehalt wenigstens in den äußeren Schichten dann ebenfalls wechselt, also ständig „**arbeitet**", d. h. quillt und schwindet.

In durchweg trockenen oder durchweg feuchten Gegenden lassen sich Mittelwerte für den Wassergehalt lufttrockenen Holzes sehr wohl aufstellen, nicht aber für unsere stark veränderliche Witterung. So wird z. B. ein Holzstück, das Ende Juli 1912 nach langer warmer und trockener Witterung verarbeitet und durch Anstrich geschützt wurde, ganz wesentlich besser „stehen" als ein am Schluß der zwei Regenmonate August und September verarbeitetes, auch wenn sein Lagerplatz vor Regen geschützt war. Wolfmann[12]) meint zwar, daß ein gut ausgetrocknetes Balkenholz durch Feuchtigkeitwechsel der Luft nicht sehr beeinflußt werde oder höchstens nur die äußeren Schichten, die dann bald wieder austrocknen, gibt jedoch zu, daß bei Brettern und besonders deren Hirnholz

[10]) Robert Hartig, Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume. Berlin 1885.

[11]) Bei unsinnig raschem Ueberhitzen grünen Holzes ohne Dampfabzug wird die Spannung so groß, daß die Zellen zersprengt werden und das Holz völlig weiß und mürbe wird. Sachunkundige halten dann diese Erscheinung für Weißfäule, trotzdem der der Weißfäule eigentümliche Pilzgeruch völlig fehlt, vgl. den lehrreichen Prozeß, der in Gottgetreu-Baumgarten: Die Hausschwammfrage, Berlin 1891, S. 82—96, geschildert ist. Ob trockene Destillation hier mitwirkte?

[11a]) Gottgetreu: Physische und chemische Beschaffenheit der Baustoffe, III. Aufl. Berlin 1880.

[12]) Wolfmann: Feuchtigkeit und Schwammentwickelung in Wohngebäuden, Berlin 1910, ergänzt durch zwei Aufsätze in der Baugewerkzeitung 1912, Nr. 95/6. Er will gefunden haben, daß lufttrockenes Holz von $\leq$ 14 % Wassergehalt den meisten Fäulnispilzen keine Nahrung biete, also schwammsicher bleibe, mit Ausnahme des echten Hausschwammes, der ja freilich gerade der schlimmste ist. Falls dies sich bewahrheitet, wäre als Lufttrockenheitgrad für r_t besser 14 statt 15 % Wassergehalt zu empfehlen.

die Wasseraufnahme beträchtlich stärker sei als bei Rundholz. Grünes Holz bedarf einer zweijährigen Lagerung, um genügend lufttrocken, d. h. im Hausbau verwendbar zu sein. Floßholz trocknet rascher aus, zeigt aber auch größere Aufreißgefahr. Der Tischler prüft das Holz auf genügende Trockenheit, indem er einen Hobelspan aus dem Inneren des Stammes oder Brettes ans Augenlid drückt. Fühlt er starke Abkühlung, dann ist es zu naß. Genauere Angaben sind bis heute nur nachträglich zu gewinnen, indem man den Gewichtverlust bei völliger Trocknung auf r_0 feststellt [13]). Diese Bestimmung muß mit Abfallstücken vorgenommen werden, die sofort nach dem Zurichten gewogen, dann in den Trockenofen gebracht und unmittelbar darauf wieder gewogen werden, mit Berücksichtigung der Vorschriften des Weltverbandes, was recht zeitraubend ist und zudem für entfernter liegende Stammstücke nicht sicher zutrifft, da deren Wassergehalt unter Umständen ein ganz anderer sein kann als beim Probestück. Da nun die Festigkeit stark vom Wassergehalt abhängt, ist im Weltverband [9]) vereinbart, nach jeder Festigkeitprüfung unmittelbar den Wassergehalt an Probestücken zu bestimmen, die in der Nähe der Bruchstelle von Hand herausgesägt werden (die Wärmeentwickelung schnellaufender Maschinensägen würde einen Teil des Wassers im Holz zum Verdampfen bringen), und den Prozentgehalt an Wasser dem Festigkeitbefund beizufügen.

Als Normalfeuchtigkeitgehalt lufttrockenen Holzes hat der Weltverband nach langem Streite 1906 für Festigkeitprüfungen 15 % des Trockengewichtes r_0 vereinbart [12]). Wir bezeichnen dieses Lufttrockengewicht kurz mit r_{15}. Um die Festigkeitzahlen verschiedener Holzproben vergleichen zu können, muß man dann die gefundenen Zahlen erst auf diesen Wassergehalt umrechnen, da er ja nicht im voraus genauer bestimmbar ist. Sichere Anhaltpunkte für diese Umrechnung fehlen aber noch, sind auch bei verschiedenen Holzarten oft recht verschieden; es müssen hierzu noch viele Versuche gemacht werden, auch darüber, ob 15 % für sehr schwere Hölzer nicht zu groß wird?

Die bisherigen Angaben über das Lufttrockengewicht r_t verschiedener Hölzer hönnen nur sehr rohe Mittelwerte sein und müssen in weiten Grenzen schwanken, da sie nicht bloß von Fäll- und Lagerzeit, sondern auch vom Klima, Standort und Alter des Baumes sowie von der Höhenlage des entnommenen Holzstückes im Baumstamm abhängen, der Vorausschätzung also weiten Spielraum lassen müssen. Sowohl für Holzhändler als für Berechner hölzerner Tragwerke ist aber diese Vorausschätzung nötig, um bei den Frachtkosten bzw. dem Ansatze der Eigengewichte sowie der zulässigen Spannungen keine Fehlgriffe zu machen, und dazu muß man entweder die Herkunft sowie die Behandlung nach dem Fällen kennen oder sie aus dem Kleingefüge der betreffenden Hölzer abzulesen verstehen.

Da man aber den Zahlenwert r_t viel häufiger braucht als den von r_0, begnügt man sich meist mit den amtlich vorgeschriebenen Mittelwerten r_t, die in jedem technischen Kalender zu finden sind, wenn auch noch vorherrschend mit der falschen Bezeichnung „spezifisches Gewicht". Die Beziehung zwischen r_t und r_0 ist sehr verwickelt, da Wasseraufnahme und Raummaß verschieden ansteigen (vgl. unten). R. Hartig fand, daß durchschnittlich für Eichensplint r_t um 4, für Eichenkern um 3, für Rotbuche um 2 1/2, für Nadelhölzer um 2 Hundertel größer sei als ihr r_0.

Das Naßgewicht r_n zeigt ebenfalls starke Schwankungen je nach der Lage, Zeit und Eintauchtiefe des Holzes. Besonders häufig braucht man zur Berechnung der Förderkosten das Grüngewicht r_g oder das Gewicht von Flößholz r_n, falls letzteres auf Landwegen oder Bahnen weiter zu versenden ist, da es dann bedeutend schwerer als r_t, was bei Berechnung der Frachtkosten starke Unterschiede macht. Eine völlige Durchtränkung aller Poren und Zellen mit Wasser kommt übrigens fast nie vor, würde ja auch alles Holz zum Sinken bringen, vgl. oben. Stärkere Feuchtigkeit tritt sofort aus, wenn man in frisch gesägtes Hirnholz eine Axt einschlägt.

Formeln für r_0, r_n, n und das Porenraummaß p_0.

Das Verlangen nach völliger Austreibung der Luft aus den Zellen und Poren des Holzes durch Wasser war früher zur Bestimmung von r_0 und s erforderlich, ist aber sehr schwierig und heute selbst für wissenschaftliche Zwecke selten mehr nötig, seitdem man weiß, daß das spezifische Gewicht $s = 1{,}56$ bei fast allen (nicht inkrustierten) Holzarten das gleiche ist. Man braucht dann nur das Darrgewicht G_0 nach den Weltverbandregeln und das zugehörige Raummaß V_0 des gedarrten Probestückes zu bestimmen, um hieraus das Porenmaß p_0 d. h. den auf die Raumeinheit entfallenden Porenanteil durch folgende Gleichungen zu finden:

1) $$r_0 = \frac{G_0}{V_0} \text{ und } p_0 = 1 - \frac{r_0}{s}.$$

Meist wird das Porenmaß p_0 in % ausgedrückt, so daß $p_0\,\% = 100\left(1 - \frac{r_0}{s}\right)$. Das Probestück muß unmittelbar nach dem Darren unter gut schließende Glasglocken (Exsikkatoren) gestellt werden, und zwar über Schwefelsäure, Chlorkalzium oder andere Feuchtigkeit absaugende Stoffe und sofort nach dem Abkühlen abgewogen und gemessen werden, sonst saugt das Holz rasch Feuchtigkeit aus der Luft auf.

Anmerkung: Dies steht nur scheinbar im Widerspruch mit Wolfmanns Beobachtungen über die Wasseraufnahme von lufttrockenem Holz [12]); denn bei den schmalen gedarrten Hirnholzscheiben ist die Begierde des Holzes zum Aufsaugen von Wasser aus der Luft wesentlich größer als nach Erreichung des normalen Wassergehaltes von 14 %, von wo ab die Aufsaugbegier nachzulassen scheint. Manche wollen dies schon bei 8 % bemerkt haben.

Am meisten Schwierigkeiten macht die genaue Bestimmung von V_0. Man kann zwar von einem guten Möbeltischler einen hinreichend genauen Würfel (oder eine rechtwinklige flache Scheibe von 2 1/2 bis 3 cm Dicke, die sich zum Austrocknen besser eignet als die Würfelform) aus lufttrockenem Holz herstellen lassen, bekommt aber hierdurch nur V_t, nicht V_0. Beim Trocknen schrumpft der Würfel fast nie gleichmäßig zusammen, bildet also nachher keinen Würfel mehr. Streng genommen muß das Raummaß des völlig getrockneten Probekörpers wie für unregelmäßige Körper durch das Eintauchverfahren bestimmt werden, also mittels geeigneter Raummesser (sog. Volumenometer), um die verdrängte Wassermenge an geeichten Meßröhren ablesen zu können. Solche Raummesser werden von Forstleuten häufig benutzt und heißen bei ihnen kurzweg Xylometer, d. h. Holzmesser. Rob. Hartig benutzte das große Xylometer von Gebr. Zimmer, Abb. a. a. O.[10]) S. 27. Für grünes Holz, also für Bestimmung von V_g, sind diese Holzmesser in der Regel genau genug; schon für lufttrockenes und noch mehr für künstlich getrocknetes Holz aber entsteht eine Fehlerquelle, die V_0 zu groß angibt wegen verhältnismäßig

13) Es hat nicht an Versuchen gefehlt, den Feuchtigkeitgehalt des Holzes im voraus auf einfacherem Wege zu bestimmen, und wenn das gelänge, wäre der Bauwelt ein großer Dienst geleistet. Vor 15 Jahren kam ein Ingenieur zu mir, der diese Erfindung gemacht zu haben vorgab, sie aber nur gegen eine große Entlohnung veröffentlichen wollte und eine Empfehlung verlangte, ohne mir vorher ein Urteil zu ermöglichen. Ich verwies ihn an den Arbeitsminister, habe aber seitdem nichts mehr davon gehört.

raschem Aufsaugen von Wasser und starker Ausdehnung des Probekörpers durch diese Wasseraufnahme. Durch die fast unvermeidliche Rissebildung beim künstlichen Trocknen vergrößert sich dieser Fehler, ebenso durch die jetzt beliebte Wahl flacher Scheiben statt der Würfel. Man muß daher vor dem Eintauchen die Poren verstopfen, was meist durch Leinöltränkung geschieht, die aber selbst ein leichtes Quellen verursacht. Beliebter ist jetzt eine Lösung von Paraffin in Benzol. Die Verdampfung des letzteren hebt das Quellen auf, ohne die Poren zu öffnen. Das Eintauchen soll jedenfalls so kurz wie möglich erfolgen, wozu der österreichische Oberforstrat Friedrich, Direktor der Mariabrunner forstlichen Versuchsanstalt, ein besonderes Xylometer erdacht hat, das von Gehr. Fromme (Wien) angefertigt wird und 380 Kr. kostet. Schwappach hat es bei den Eberswalder Versuchen [14]) angewandt und gelobt. Auf Vorschlag von Rudeloff hat der Weltverband [9]) 1906 folgende Bestimmungen hierüber vereinbart:

„Zum Eintauchverfahren dient das Friedrichsche Präzisions-Xylometer. Dünne Probestücke sind dabei unbedingt gegen Wasseraufnahme zu schützen, bei größeren Probestücken ist dieser Schutz entbehrlich, sofern das Eintauchen nicht länger als 15 bis 20 Sekunden dauert.“ Doch führt die Raummaßbestimmung durch Herstellung geometrisch einfacher Probeformen (flache Prismen) in lufttrockenem Zustande unter Berücksichtigung der Schwindmasse beim Trocknen und Abzug der sich hierbei bildenden Risse fast ebenso genau und billiger zum Ziele. Große Verbreitung scheint das Friedrichsche Xylometer daher nicht gefunden zu haben. Janka [6]) erwähnt es kurz und sagt in Heft 25, S. 20: „Da das Eintauchverfahren für größere Stücke nicht durchführbar ist, wurde durchweg der Rauminhalt aus den Abmessungen berechnet (stereometrisches Verfahren), nachdem Vergleichversuche einen Unterschied von durchschnittlich nur 0,32 % ergeben hatten“.

Bedenkt man, daß der Wassergehalt grünen Nadelholzes etwa 37 bis 45 % des Lufttrockengewichtes r_{15} beträgt, der von Eiche und Buche mindestens 30 bis 34 % — diese Zahlen steigen in bezug auf r_0 um $2^1/_2$ bei leichtem Nadelholz, um 4 bei Hartholz —, so sieht man leicht ein, warum das Eintauchverfahren bei Grünholz keine starken Fehlerquellen verursacht und noch weniger bei Floßholz mit 45 bis 60 % oder gar wassersattem Holz mit > 60 % Wassergehalt (letztere Zahlen auf r_0 bezogen).

Die Raummaße V_g und V_n sind also durch Eintauchen genügend genau festzulegen, und man hat daher

$$2) \qquad r_n = \frac{G_n}{V_n} \text{ und } r_g = \frac{G_g}{V_g}.$$

Trocknet man dann langsam aus bis zum Darrgewicht G_0, so ist der gesamte Wassergehalt

$W_n = G_n - G_0 = n \cdot \frac{G_0}{100}$, wobei n den Wassergehalt in % des Darrgewichts r_0 bedeutet, also

$$3) \qquad n\,\% = 100 \cdot \frac{G_n - G_0}{G_0} = 100 \cdot \left(\frac{r_n V_n}{r_0 V_0} - 1\right).$$

Streng genommen ist auch diese Gleichung nur dann genau, wenn alle Luft aus den Poren ausgetrieben und durch Wasser ersetzt ist, ein Fall, der fast nie eintritt. Wohl aber kann bei Hölzern, die unter Wasserdruck längere Zeit lagern, die in den Zellen eingeschlossene Luft selbst unter Druck kommen und ist dann schwerer als die Außenluft. Doch ist der hierdurch entstehende Fehler so gering, daß er fast immer vernachlässigt werden kann. Nur wenn trockenes Holz plötzlich und allseitig unter gleich hohen Wasserdruck kommt, kann die eingeschlossene Druckluft zu berücksichtigen sein; sie wird daher bei Hochdrucktränkung tunlichst vorher abgesaugt.

Je nach der Länge der Lagerung im Wasser kann n stark wachsen, bei leichtem Nadelholz von $n = 10$ bis zu mehreren 100 %. Ist z. B. $r_0 = 0{,}34$ gefunden, also $s = 1{,}56 = 4{,}6\,r_0$, so enthält die Raumeinheit $100\,(4{,}6 - 1) = 360$ % Poren u. zw. Gew. %, also $\frac{360}{1{,}56} =$ $= 231$ Raum %. Bei völliger Wasseraufsaugung würde also $n > 231$ % werden können, wenn man für Wasser Raumgewicht und Raumeinheit je $= 1$ setzt. Da nun aber durch die Wasseraufnahme die Zellen sich stark ausdehnen, das Holz daher bedeutend aufquillt, so kann n bequem 250 und mehr % erreichen.

Ueber die Zahlenwerte für Quellen und Schwinden siehe später. Hier sei nur so viel bemerkt, daß das Quellen eines vorher gut ausgetrockneten Holzes bei der Wasseraufsaugung sofort beginnt, während das Schwinden nassen Holzes von > 20 % W. G. erst dann einsetzt, wenn der Wassergehalt der Zellen annähernd verdunstet ist, was erst bei $n < 20$ % zutrifft; bis dahin bleibt das von den Zellwänden aufgenommene Wasser unverdunstet. Diese Wände also sind gespannt und ziehen sich erst bei $n < 20$ zusammen, und dann erst beginnt das meßbare Schwinden des Holzes, das ja in verschiedenen Richtungen sehr verschieden ist.

Man hüte sich daher vor dem Trugschluß, als könnte man aus der Größe des Schwindens schon ganz kurze Zeit nach Beginn des Austrocknens Schlüsse auf den Wassergehalt ziehen. Erst wenn nach längerer Trockenzeit das Schwindmaß und gleichzeitig die Gewichtabnahme klein befunden werden, darf man auf genügende Trockenheit schließen.

Die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme ist bei den einzelnen Holzsorten meist recht verschieden und vom Hirnholz aus beträchtlich größer als vom Langholz aus. Jaccard hat für verschiedene Holzsorten die Anzahl Tage bestimmt, die nötig sind, um einen mit dem Stammende in eine Wasserschicht von 1 cm Höhe gesetzten Würfel von 10 cm Kantenlänge 100 Gew. % Wasser aufsaugen zu lassen.

Die Selbstanzeige seiner Ergebnisse im „Botan. Zentralblatt“ 1913, 1, S. 6, wirkt aber so verblüffend, daß ich Druckfehler oder Holzfehler (bei einigen Sorten) annehmen mußte und eine Nachprüfung eingeleitet habe, auf eine Wiedergabe also vorerst verzichte.

Beziehung zwischen Raumgewicht, Festigkeit und Härte des Holzes.

Die vorstehenden Angaben über Raumgewichtbestimmung sind deshalb so ausführlich geschildert, weil man schon seit langer Zeit hoffte, r_t oder r_0 als Maßstab für die Festigkeit und Härte des Holzes benutzen und daher die zwei letzteren Prüfungen, die teurer Apparate und großer Uebung des Prüfenden bedürfen, sich für gewöhnlich ersparen zu können, während r_0 mittels eines Trockenofens und einer feineren Handelswage (am besten mit der Ausstattung eines der zahlreich vorhandenen chemischen Laboratorien der Handelschemiker) überall einfach und billig bestimmbar ist.

Schon Plinius hat die Vermutung ausgesprochen, daß r_t als Maß der Festigkeit dienen könne, daß die Festigkeit aber mit dem Wassergehalt des Holzes abnehme. Buffon hat dann 1749 für Eichenholz gefunden, daß die Festigkeit verhältnisgleich dem Raumgewicht sei. Tetmajer wollte 1884 statt der Druckfestigkeit die Arbeitsleistung beim Biegen der Hölzer als Gütezahl für Hölzer verwenden, während Nördlinger [8]) und Rob. Hartig [10]) das Darrgewicht r_0 als Maß der Druckfestigkeit vorschlugen, was zu eingehenden Versuchen hierüber durch Tetmajer 1884

[14]) Schwappach (und Rudeloff): Raumgewicht und Druckfestigkeit des Holzes wichtiger Waldbäume (zwei Hefte v. J. 1897 und 1898).

für schweizerische, Bauschinger 1887 für bayerische, Schwappach und Rudeloff 1889—98 für preußische [14]) Waldbäume, Wijkander 1897 für schwedische und Janka [6]) 1897—1909 für österreichische Hölzer — von letzteren zunächst nur für die Fichte — Anlaß gab. Auch die amerikanische Forstverwaltung hat sich eingehend mit dieser Frage beschäftigt, vgl. den Bericht von Hall für den Weltverbandkongreß in Kopenhagen 1909, W.-V., Bd. I, 6 [9]), sowie von Cline & Heim 1912 Bull. 108, ferner die australischen Forscher, besonders Warren, mit den heute so wichtigen Eukalyptushölzern. Das Ergebnis ist kurz folgendes:

Da die Bestimmung des Wassergehaltes von lufttrockenem Holz sehr umständlich ist und erst nachträglich, d. h. unmittelbar **nach** der Festigkeitprüfung, vorgenommen werden kann, vgl. oben, so hat R. Hartig die Druckfestigkeit in der Längsrichtung lufttrockenen Holzes in Vergleich mit dem Raumgewicht r_0 völlig trockenen Holzes zu setzen vorgeschlagen, was jetzt vom Weltverband angenommen und dahin verschärft ist, daß man σ''_{15} mit r_0 vergleichen solle. Ueber die Bezeichnung σ''_{l15} usw. siehe Fußnote [15]).

Bauschinger fand zwar schon 1885 für Nadelhölzer $\sigma''_{15} = 1000\, r_{15} - 100$, Janka für Südtiroler Fichten $\sigma''_{15} = 1000\, r_{15} - 70$.

Da aber die Festigkeit mit dem Wassergehalt stark wechselt und letzterer nicht im voraus bestimmbar ist, sind jedesmal mehrere Versuche mit Holzwürfeln von benachbartem Wassergehalt erforderlich, um σ''_{15} durch Einschalten (Interpolieren) zu gewinnen, während r_{15} aus r_0 berechnet werden muß (s. unten). Um diese Versuche zu ersparen, strebt man jetzt eine angenäherte Gleichung an von der Form

4) $\sigma''_{15} = a r_0 + c.$

Rudeloff erklärt aber für Buchenholz diese einfache (lineare) Beziehung ungenügend und hier die Form

5) $\sigma''_{15} = c + a r_0 + b r_0^2$

erforderlich, während Schwappach fand, daß die Beiwerte c, a und b auch noch mit dem Alter, Standort, Klima und anderen Einflüssen wechseln.

Janka fand a. a. O. [6]) Heft 35, S. 32, für **österreichisches Fichtenholz, daß die Druckfestigkeit mit dem Raumgewicht wächst, mit steigendem Wassergehalt aber abnimmt,** und daß sich folgende Durchschnittformeln aufstellen lassen:

6) $r_{15} = 1{,}02\, r_0 + 0{,}022$ oder rund $r_{15} = r_0 + 0{,}03$

7) $r_{15} = r_n + [(0{,}00133\, r_0 + 0{,}00147\, (15 - n)]$ oder rund $r_{15} = r_n - 0{,}002\, n + 0{,}03$,

wo n den Wassergehalt des untersuchten Holzes in % des Darrgewichts bedeutet. Für die Druckfestigkeit stellte Janka die Formel auf:

8) $\sigma''_{15} = b r_{15}^2 + C.$

Trägt man die Versuchwerte auf mm-Papier auf, so erhält man eine Kurve, die angenähert einen Parabelzweig darstellt. Die Kurve weicht aber so wenig von einer Geraden ab, daß man genügend genau Gl. 8) ersetzen kann durch 8a).

8a) $\sigma''_{15} = 1050\, r_0 - 38 = 1030\, r_{15} - 60$

9) $\sigma''_0 = 2250\, r_0 - 200 = 2210\, r_{15} - 250$

10) $\sigma''_{15} = 0{,}467\, \sigma''_0 + 55$ oder

11) $\sigma''_0 = 2{,}14\, \sigma''_{15} - 120$

Die abgerundeten Formeln zu 6) bis 8a) gelten nur für den Mittelwert des gesamten österreichischen Fichtenholzes $r_0 = 0{,}40$. r_0 wechselt aber von 0,34 bis 0,54.

Diese aus über 5100 Einzelproben ermittelten Beziehungen ermöglichen eine rasche Umrechnung für Feuchtigkeitgehalte des Holzes $n < 25\,\%$, gelten aber zunächst nur als Mittelwerte für österreichisches Fichtenholz von geradem astreinen und auch sonst fehlerfreiem Wuchs und nur für plattenförmige Probekörper von 2,5 cm Höhe, aber anscheinend von wechselnder Breite. Letzteres würde den Wert von Jankas Untersuchungen leider abmindern, da es keinen Vergleich mit den anderwärts untersuchten Prismen- und Würfelfestigkeiten ermöglicht, auch σ'' vom Verhältnis h/b, d. h. Höhe zur Breite des Probestückes sehr stark beeinflußt wird. **Schüle** hat aber gefunden, daß der Widerstand von dünnen, trockenen Holzplatten gegen Zerdrücken viel gleichmäßigere Zahlenwerte liefert als der von Würfeln, und ist daher gleichfalls für Platten- statt Würfelprüfung, aber natürlich mit festem Werte von h/b, ja, Schüle schlägt sogar vor, diese gleichmäßige Festigkeit zum raschen Nachweis der Richtigkeit verschiedener Prüfmaschinen auszunützen. (W. V. Mitteil. Band II, 8 Nr. 29, 4.) Für die Abhängigkeit des Raumgewichts und der Festigkeit vom Feuchtigkeitgehalt des Holzes hatte Bauschinger schon 1883 Formeln aufzustellen versucht, gab dies aber 1887 wieder auf, da die Werte für jeden einzelnen Stamm und für die verschiedenen Holzarten zu stark wechselten; er bediente sich später des Auftragens einzelner Versuchwerte auf mm-Papier und Ziehens einer Ausgleichlinie, der sog. Schaulinie, besser Meßlinie (Diagramm) genannt zum Einschalten von Zwischenwerten.

Man sieht, die Beziehungen sind bei genaueren Anforderungen recht verwickelt und nur durch jahrelange mühsame Versuche im Laufe der Zeit zu klären. Immerhin kann man wenigstens für **Nadelhölzer** den rohen Annäherungssatz aufstellen: **Die Druckfestigkeit wächst nahezu geradlinig mit steigendem Raumgewicht r_0 und nimmt ebenso ab mit steigendem Wassergehalt.** Letzteres gilt aber nach Janka, Heft 28, S. 51, nur bis 25 % Wassergehalt; zwischen 25 und 50 % wird die Abnahme von σ''_n geringer und hört zwischen 50 und 100 % fast ganz auf; bei $n > 100\,\%$ zeigt sich sogar eine kleine Zunahme bei österreichischen Fichtenhölzern.

Eine Nachprüfung der Versuche von Janka mit prismatischen Probehölzern von 7 cm Höhe und $3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2}$ cm Querschnitt ergab deren angenäherte Bestätigung bei deutschem Fichten-, Eichen- und Rotbuchenholz. Trägt man die Wassergehalte $n\,\%$ als Abszissen, die zugehörigen σ''_n als Ordinaten auf, so erhält man Kurven, die beiläufig durch Hyperbelzweige ersetzt werden können und die wir bei den einzelnen Holzsorten zur Darstellung bringen werden. Janka hat seine Versuchergebnisse für Fichtenhölzer von verschiedener Güte entsprechend den 6 Raumgewichten $r_0 = 0{,}54/0{,}50/0{,}46/0{,}42/0{,}38$ und 0,34 aufgetragen, er erhält dadurch 6 Kurven von annähernd gleichem hyperbolischen Verlauf, und seine obigen Sätze lassen sich daher wie folgt verallgemeinern:

---

[15]) Wir bezeichnen im folgenden mit:
σ' die Zugfestigkeit in at
σ'' die Druckfestigkeit „ „
σ_b die Biegfestigkeit „ „
τ die Scherfestigkeit „ „
wobei 1 at, d. h. eine neue Atmosphäre = 1 kg/qcm ist. Zum Schreiben und Sprechen ist die Bezeichnung at bequemer und kürzer als „kg aufs qcm“; statt des letzteren wird häufig nur Kilo gesagt, was unklar und unsicher ist, weil (besonders bei Metallen) die Festigkeitzahlen meist in kg/mm² angegeben werden.

Bei Holz ist nun die Festigkeit in verschiedenen Richtungen sehr verschieden, weshalb zur Sicherheit meist noch ein unteres Anhängezeichen erforderlich ist, und zwar l für Festigkeiten in der Längsrichtung und q in der Querrichtung. Es bedeutet also z. B. σ''_l die Druckfestigkeit in der Längsrichtung; σ''_q beträgt oft $< 20\,\%$ von σ''_l; σ'_q und τ_l sind häufig $= 0$ zu setzen. Streng genommen müßte man in obigen Formeln auch noch den Wassergehalt in Zahlen unten beisetzen, also z. B. $\sigma''_{l\,15}$ für Druckfestigkeit in der Längsrichtung lufttrockenen Holzes mit Normalwassergehalt von 15 % oder $\sigma''_{l\,0}$ für Darrproben. Da aber die Längsrichtung am häufigsten gebraucht wird, gilt die Regel: Fehlen die unteren Anhängezeichen ganz, so ist im folgenden stets die Längsrichtung und der Normalwassergehalt 15 % gemeint.

Die Druckfestigkeit wächst nahezu geradlinig mit steigendem Raumgewicht r_0, nimmt aber hyperbolisch ab mit steigendem Wassergehalte n (in $^0/_0$ von r_0 ausgedrückt). Das gilt zunächst nur für österreichisches Fichtenholz, doch ist ein ähnliches Gesetz auch für andere Holzsorten wenigstens wahrscheinlich, jedoch mit der Einschränkung, daß jede Holzart ihren eigenen Gesetzen folgt, daß also für jede besondere Zahlen-Beziehungen zwischen σ''_n und r_0 bestehen, die nicht mit denen der Fichte übereinstimmen. Nur für die gesamte Gruppe der Nadelhölzer, die alle dieselbe Bauart haben, läßt sich nach Rob. Hartig sagen, daß σ'' bei allen verhältnisgleich r_0 wächst (vgl. später).

Weiter folgt hieraus, daß es nicht genügt, feste Zahlen für die zulässigen Druckspannungen jeder Holzart vorzuschreiben, sondern daß man mehrere Zahlen für die hauptsächlich in Betracht kommenden Feuchtigkeitgehalte braucht.

Setzt man z. B. für Fichte nach Janka den Mittelwert

$\sigma''_0 = 100$

so kommt für $n = 10\,^0/_0$ $\sigma''_{10} = 70$
$n = 15\,^0/_0$ $\sigma''_{15} = 55$
$n = 20\,^0/_0$ $\sigma''_{20} = 42$
$n = 25\,^0/_0$ $\sigma''_{25} = 35$
$n = 30\,^0/_0$ $\sigma''_{30} = 32$
$n = 40\,^0/_0$ $\sigma''_{40} = 29{,}5$
$n = 50\,^0/_0$ $\sigma''_{50} = 29$
$n = 60\,^0/_0$ $\sigma''_{60} = 28{,}5$.

Setzt man dagegen

$\sigma''_{10} = 100$

so kommt $\sigma''_{15} = 78{,}5$
$\sigma''_{20} = 60$
$\sigma''_{25} = 50$
$\sigma''_{30} = 46$
$\sigma''_{40} = 42$
$\sigma''_{50} = 41$
$\sigma''_{60} = 40$

d. h. wird für völlig lufttrockenes Holz (in Zimmern mit Zentralheizung und ohne Wasserverdunstungvorrichtungen) $10\,^0/_0$ Wassergehalt angenommen und seine zulässige Druckspannung $= 100$ gesetzt, so darf sie bei mäßig trockener Luft ($n = 15\,^0/_0$) nur noch $78^1/_2\,^0/_0$, bei feuchter Luft ($n = 20\,^0/_0$) nur noch 60, bei sehr feuchter Luft ($n = 25\,^0/_0$) nur noch $50\,^0/_0$ betragen; bei Grünholz ($n = 40\,^0/_0$) nur noch $42\,^0/_0$ und bei wassersattem Holz ($n > 50\,^0/_0$) nur noch $40\,^0/_0$ des ganz lufttrockenen Fichtenholzes.

Für Gerüstbauten aus Grünholz oder Floßholz darf also höchstens $43\,^0/_0$, für Wasserbauten nur $40\,^0/_0$ der Druckbelastung des lufttrockenen Holzes zugelassen werden. Bei noch stärkerem Wassergehalt findet keine Abnahme von σ'' mehr statt, eher eine kleine Zunahme; für $n > 100\,^0/_0$ steigt σ'' fast bis zu $10\,^0/_0$ des niedrigsten Festigkeitwertes, welch letzterer zwischen $n = 50$ bis $100\,^0/_0$ liegt, aber nur wenig von σ''_{50} oder σ''_{100} abweicht.

Die Gründe für dieses eigentümliche Verhalten des Holzes bei steigendem Wassergehalt sind noch nicht genügend erforscht. Man darf sie vielleicht darin suchen, daß die tragenden Zellenfasern nicht ringsum dicht aneinanderlagern, sondern noch kleine Hohlräume (Interzellularen) sich dazwischen befinden, die nur mit sehr starken Vergrößerungen und erst nach dem Aetzen der Dünnschnitte sich zeigen und teils mit Luft, teils mit Wasser und den aus den Zellen ausgetretenen Säften wie Harze, Oele, Gummi oder Milchsaft gefüllt sind. Beim Austrocknen des Holzes verdicken sich diese Säfte zu zähen Klebstoffen, die beim Darren in einen festen Kitt übergehen und die hohe Druck-(wohl auch Zug-)festigkeit des Darrholzes ohne weiteres erklären, zugleich aber auch dessen geringere Dehnung sowie seine Sprödigkeit. Letztere führt dann bei Biegversuchen zu kurzfaserigen Brüchen, die besonders bei stoßweiser Belastung zum Absplittern und plötzlichen Brechen führen, also die Schlagbiegarbeit verringern [16]). Ob das jede Zelle umhüllende und sie an den Berührungstellen mit den Nachbarzellen verkittende dünne Häutchen (sog. Mittellamelle), dessen Natur noch strittig ist, an der im folgenden geschilderten Aufweichung teilnehme, ist erst noch zu erforschen. Wahrscheinlich sind es nur die Kitte der Hohlräume (Interzellularen), die bei Feuchtigkeitzufuhr den beim Darren erstarrten Kitt mehr und mehr aufweichen und so eine zuerst rasche Abnahme der Haftung, also Verminderung der Druckfestigkeit bewirken, die zwischen 50 und $100\,^0/_0$ Wasseraufnahme ihren Kleinstwert erreicht, während für $n > 100$ eine kleine Zunahme von σ'' (bis $10\,^0/_0$ des Kleinstwertes) erreicht wird. Diese Zunahme erklärt sich vielleicht aus dem Umstande, daß mit dem wachsenden Wassergehalt der Zellen die Zellenwände sich unter dem Wasserdruck dehnen und spannen, also stärker an ihre Nachbarn angepreßt werden und vermehrte Reibung ausüben. Doch das sind nur Vermutungen, die durch Pflanzenphysiologen aufgeklärt werden müssen.

Der bedeutende Einfluß des Wassergehaltes auf die Festigkeit des Holzes wurde bis vor 15 Jahren zu wenig betont, seine Nichtberücksichtigung trägt wohl mit die Schuld an den so beträchtlichen Unterschieden in den früheren Druckversuchergebnissen, die man lediglich in der Ungleichheit des Baues der Bäume, den Wachstumstörungen durch Aeste, klimatische Einflüsse und zufällige Verletzungen suchte. Gewiß sind diese Einflüsse sehr groß und wir werden sie später eingehender behandeln; aber vieles bis jetzt Unerklärliche läßt sich wohl auf den ungleichen Wassergehalt der Versuchstücke zurückführen, der durch die wechselnden Wetterverhältnisse während der Versuche bedingt sein kann. Wird das Holz, besonders das Hirnholz, nicht sorgfältig gegen Wasseraufnahme geschützt, so kann seine Feuchtigkeit in kurzer Zeit im Freien zwischen $n = 10$ bis $20\,^0/_0$ wechseln und dabei seine Festigkeit auf $60\,^0/_0$ des gut lufttrockenen Zustandes ($n = 10\,^0/_0$) sinken, im Wasser sogar auf $40\,^0/_0$, was in unseren Vorschriften über zulässige Spannungen scharf zum Ausdruck kommen sollte. Für Wasserbauten insbesondere sind kleinere Werte von $\sigma''_{zul.}$ vorzuschreiben als fürs Innere trockener Hausbauten.

16) Die Sprödigkeit gedarrten Eichenholzes ist so groß, daß bei unseren Druckversuchen an Prismen von $3^1/_2 \times 3^1/_2 \times 7$ cm kurz vor der Bruchbelastung ganze Kanten unter Krach lossplitterten und weggeschleudert wurden.

Alf. Léon fand nach Heft 13 der Mitt. d. Wiener Mech. Technischen Laboratoriums v. J. 1911, daß die Biegfestigkeit von slavonischem Eschenholz bei ruhiger Belastung in lufttrockenem Zustand $95\,^0/_0$, in wassersattem Zustand $70\,^0/_0$ des Darrzustandes betrug, während die Schlagbiegarbeit bei lufttrockenem Holz ($n = 16{,}4\,^0/_0$) —: 104, bei wassersattem ($n = 87{,}3\,^0/_0$) $133\,^0/_0$ des Darrzustandes erreichte, falls die Abmessungen, die sich ja mit der Wasseraufnahme vergrößern, alle auf den Darrzustand umgerechnet werden. Bei niederösterreichischem Eschenholz erreichte die Schlagbiegarbeit für $n = 178\,^0/_0$ —: 198, für Wassersättigung ($n = 81{,}7\,^0/_0$) $173\,^0/_0$ des gedarrten Zustandes.

Léon untersuchte auch den Einfluß des Gefrierens wassersatten Eschenholzes und fand sowohl die Biegfestigkeit als die Schlagarbeit etwas größer als im aufgetauten Zustand, was mit unserer obigen Deutung übereinstimmen würde, da ja durch das Gefrieren das Raummaß des Wassers und die Reibung vergrößert wird. Durch 75maliges Auf- und Zufrieren scheint Eschenholz nicht zu leiden, andere z. T. sehr (s. später).

Rudeloff stellt im „Gewerbfleiß“ 1912, 7 S. 381/92 die von Tetmajer und Wykander gefundenen Beziehungen zwischen σ'', σ', σ_b und τ [15]) zusammen und ermittelt für getränktes Kiefern- und Buchenholz neue Werte von σ'' längs und quer zur Faser, auch Schlagbiegarbeit in lufttrockenem und wassersattem Zustand, endlich die Haltkraft von Nägeln und Schrauben für Schwellen.

Ein Trost für die Wasserbauer ist allerdings der, daß die Stoßfestigkeit mit dem Wassergehalt wieder wächst, was z. B. für die Schiffpfähle in unseren Hafenbauten von Wichtigkeit ist [16]).

Ob die genannten Sätze auch für andere Holzarten gelten, ist noch eine offene Frage. Jedenfalls sind für jede Holzart gesonderte Prüfungen nötig und besondere Formeln herzuleiten, was eine Riesenarbeit erfordert, welche dann allerdings die nur in Prüfanstalten ausführbaren Druckfestigkeitprüfungen entbehrlich machen und es jedermann ermöglichen würde, mit Hilfe eines Trockenofens und einer empfindlichen Wage die Tragfähigkeit des Handelholzes aus dem Trockengewicht r_0 rasch und einfach zu bestimmen; es wären hierzu noch weniger Vorrichtungen nötig als zu dem gegenwärtig angestrebten Ersatz der Festigkeitprüfung durch die oben erwähnte Brinellsche Kugeldruckhärteprüfung [17]), aus der man die Druckfestigkeit [6]) errechnen will. Unmittelbare Messungen von „σ" sollen in Zimmerwärme bei Laststeigerung von etwa 20 $^{at}/_{Minute}$ vorgenommen und dann auf 15 % Wassergehalt umgerechnet werden. Diese Umrechnung ist vorläufig recht zeitraubend.

Der Ersatz von σ'' durch r_0 bedarf also noch vieler Versuche, und deren Verwendbarkeit für Bauzwecke wird vorerst dadurch herabgemindert, daß die meisten ermittelten Werte nicht die allgemeine Druckfestigkeit, sondern nur deren Würfelfestigkeit (oder gar Plattenfestigkeit), und zwar nur für geradlinig gewachsenes astreines Holz angeben. Wir werden den nachteiligen Einfluß der heute so zahlreich vorkommenden Aeste später noch besonders besprechen und ersehen, daß auch nach Ersatz von σ'' durch r_0 die Kenntnis des Kleingefüges des Holzes unentbehrlich für dessen Gütebeurteilung bleiben wird. Eine Reihe von weitverbreiteten Irrtümern oder falschen Verallgemeinerungen von Gütekennzeichen können hierdurch berichtigt werden, z. B. die falsche Ansicht, als wäre stets das engringige Holz besser als das weitringige, was nur für einige Tischler-, Drechsler- und Geigenbauerhölzer gilt, vgl. später. Die Scheu vor eingehender Darstellung des Kleingefüges des Holzes in den meisten Lehrbüchern der Baustoffkunde rührt wohl mit daher, daß die botanischen Lehrbücher (ähnlich den geologischen) mit einem solchen Wust von Fremdwörtern von nichtssagender, zum Teil sogar widersinniger Bedeutung belastet sind, daß hierdurch das Verständnis ganz unnütz erschwert und dem Gedächtnis zuviel zugemutet wird. Es sollen daher diese für Bautechniker völlig überflüssigen Fremdwörter durch deutsche Bezeichnungen, die zum Teil schon in einigen Schulbotanikbüchern zu finden sind, ersetzt und die üblichen botanischen Bezeichnungen nur in Klammern beigefügt werden.

II. Das Kleingefüge (die Anatomie) des Holzes.

Die Untersuchung des Kleingefüges ist zur richtigen Beurteilung des Holzes, zur Unterscheidung mancher Holzarten und zur Bestimmung etwaiger Pilzkrankheiten unentbehrlich, sollte daher im Unterricht mehr als bisher geübt werden. Der Zellenbau des Holzes ist zu fein, um ihn mit der Lupe in allen Fällen sicher untersuchen zu können, und wenn auch durch die Lupe schon sehr viel zu erkennen ist, was dem bloßen Auge verborgen bleibt [18]), reicht sie doch für schwierigere Fälle nicht aus. Heutzutage gibt es aber so billige Mikroskope [19]), daß deren Anschaffung nicht mehr gescheut zu werden braucht. Eine einstündige Anleitung genügt, um seit 1906 alljährlich den zweiten Jahreskurs der Bauingenieure in unserem Bauingenieur-Laboratorium mit der Herstellung der Dünnschnitte und der Prüfung des Kleingefüges verschiedener Holzarten bekannt zu machen, auch u. a. die Aufgabe zu lösen, ob ein vorgezeigtes Nadelholzstück einer Fichte oder einer Weißtanne entstammt, was ohne Mikroskop unmöglich sicher zu entscheiden ist. Dabei haben die meisten Hörer nie vorher mit einem Mikroskop gearbeitet, obgleich dies schon in den Mittelschulen geübt werden sollte. Man braucht dazu auch nicht das ganze „Besteck" des Botanikers. Der Stechbeitel des Tischlers reicht für Herstellung der Dünnschnitte aus; die Glasplättchen und das Aufziehen der Dünnschnitte mittels Kanadabalsam erfordert ganz geringe Ausgaben. Die Hauptsache ist die Einübung, die jeder sich selbst erwerben muß, da im Laboratorium-Unterricht die Zeit nur zur ersten Anleitung ausreicht, solange der Besuch so zahlreich bleibt, daß nur bei Einteilung in viele Gruppen der einzelne genügend an die Reihe kommt.

Das Zeißsche Binokular ist bei eiligen Untersuchungen, bei denen auf Herstellung von Dünnschnitten verzichtet werden muß, ein vortreffliches Hilfsmittel, für den einzelnen zwar zu teuer, im Unterricht aber sehr bequem, auch geeignet zur Aufnahme vergrößerter Lichtbilder (aufs 4,2- bis 8 fache); diese Vergrößerungen liefern ein anschauliches Lehrmittel, wie viele der folgenden Bilder zeigen werden.

Der Bau des Holzstammes zeigt sich in drei bzw. fünf Richtungen sehr verschieden, es sind daher zur völligen Darstellung drei bis fünf Dünnschnitte nötig. Um diese Richtungen zu unterscheiden, bedarf man kurzer Bezeichnungen, die zunächst aufgezählt werden sollen:

1. Hirnholz oder Hirnschnitt ist ein Querschnitt normal zur Stammachse. Dieser Schnitt ist der wichtigste und häufig zur Darstellung genügende.

2. Strahlschnitt (Radialschnitt) ist ein Längenschnitt durch die Stammachse zwischen zwei Markstrahlen.

3. Spiegelschnitt ist ein Längenschnitt durch die Achse und einen Haupt-Markstrahl.

4. Fladenschnitt [20]) ist ein schwach gekrümmter Längsschnitt annähernd in Richtung der Jahrringe.

5. Sehnenschnitt (Tangentialschnitt) ist ein ebener Längsschnitt, der die Jahrringe schräg schneidet, also außerhalb der Achse des Stammes liegt.

Das Kleingefüge der verschiedenen Hölzer ist verschieden bei den einzelnen Baumarten; doch lassen sich letztere in drei großen Gruppen unterbringen, deren jede

[17]) Eine gute Zusammenstellung der Meßzahlen von Büsgen über Härte, von Tetmajer über Festigkeit gibt J. Ahrens in Industriewarte 1911, 290, S. 263/4; sie finden sich teilweise auch bei Krais a. a. O. [5]), S. 358. Dort wird unterschieden zwischen Querschnitt-, Mittelschnitt- und Längsschnitt-Härte; was die zwei letzteren zu bedeuten haben, ist nicht recht klar.

[18]) Nördlinger 1881 und Rob. Hartig (4. Auflage 1898) haben sich zwar bemüht, in ihren trefflichen Schriften über „Die anatomischen Unterscheidungsmerkmale der wichtigeren deutschen Hölzer" die „Anfänger anzuleiten, mit einiger Sicherheit ein vorliegendes Holzstück zu bestimmen, ohne genötigt zu sein, das Mikroskop zur Hilfe zu nehmen", und es ist jedem, der vor diese Aufgabe gestellt wird, die Anschaffung dieser kleinen und billigen Schriften zu empfehlen, besonders der von Hartig, die Abbildungen enthält. In schwierigen Fällen ist aber das Mikroskop unentbehrlich.

[19]) Ich benutze hierbei die Schulmikroskope von Ernst Böttcher, Berlin. Das billigste zu 12 M. liefert 50—100fache, das nächste zu 14 M. 150-, 200- und 300fache Vergrößerung. Die Einstellung geschieht mittels Handschieber und erfordert freilich einige Uebung. Ein bequemeres mit Getriebeinstellung von P. Waechter, Berlin-Friedenau, kostet 35 M. und gibt 40-, 100- und 150fache Vergrößerung, noch besser sind die zu 85 M. und mehr.

[20]) In unseren Lehrbüchern wird häufig „Fladerschnitt" geschrieben, was zu Verwechselungen Anlaß gibt, da Flader der alte Name für Ahorn ist (s. Grimms Wörterbuch). Der richtige Name Fladenschnitt rührt wohl daher, daß die Jahrringe hierbei gar nicht oder so schief durchschnitten werden, daß sie das Aussehen breiter Fladen haben. Die leider sehr verbreitete Bezeichnung „Tangentialschnitt" stimmt mit Fladenschnitt überein, ist also überflüssig und nur irreführend.

einer der drei Unterklassen der alten botanischen Einteilung[21]) nach Samenlappen- und Keimformen der betreffenden Pflanzen angehört.

Man unterscheidet:

A. Palmen und Baumgräser, die zu den bedecktsamigen Spitzkeimern, d. h. einkeimblätterigen oder einsamenlappigen Pflanzen (Monokotyledonen) gehören; sie sind die ältesten Baumformen und treten schon im Silur auf.

B. Nadelhölzer, weniger zutreffend auch als Zapfenträger (Koniferen) bezeichnet, die zu den mehrkeimigen, aber nacktsamigen Pflanzen (Gymnospermen) gehören, nach Francé, Bd. 4, S. 64, schon im Devon (Kordaiten), häufiger aber erst in Trias, Jura und Kreide auftreten.

C. Laubhölzer, die zu den zweikeimblätterigen oder zweisamenlappigen Pflanzen (Dikotyledonen) gegehören, den verwickeltsten Bau zeigen und erst seit der Kreidezeit vorkommen.

Weiteres über das früheste Auftreten der verschiedenen Holzarten bringt Gothan unter „Paläobotanik" im Handwörterbuch der Naturwissenschaften[7]).

Wir beschreiben im folgenden nur die für den Bautechniker wichtigsten Holzarten, deren Kleingefügebilder z. T. den in Fußnote[22]) bis[30]) aufgezählten Werken entnommen sind (manchmal mit den unten angegebenen abgekürzten Bezeichnungen und mit Beifügung der Vergrößerung, die meist mit der Abkürzung $V = x:1$ oder noch einfacher in der Bruchform $^x/_1$ ausgedrückt wird).

A. Palmen und Baumgräser (Spitzkeimer)

bestehen aus unregelmäßig zwischen Grundgewebe zerstreuten Gefäßbündeln, d. h. Leitzellen mit dicht angereihten Stützzellen, die als dunklere Stellen im Bild 1a erscheinen. Diese Hölzer besitzen weder Jahrringe noch Markstrahlen, also auch nicht das regelmäßige Dickenwachstum der zwei anderen Gruppen (vgl. später); vielmehr erfolgt das Dickenwachstum nach Haberlandt a. a. O.[24]) S. 621 ff. bei der überwiegenden Mehrzahl der Spitzkeimer zunächst lediglich in der Keimspitze, worauf nach ihrer Erstarkung bei Palmen und Baumgräsern ein fast ausschließliches Längenwachstum folgt, mit nachträglicher Einschiebung von Verdickungsbündeln in sehr verwickelter Weise, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.

Die Palmen haben daher einen Querschnitt, der im Rohen durch Bild 1 (nach Nördlinger) dargestellt ist; stark vergrößerte Einzelheiten zeigt der Querschnittstreifen Bild 1a (nach Drude). Palmenholz findet wohl zu Möbeln und Drechslerwaren, als Bauholz aber nur dort Verwendung, wo keine anderen Bäume wachsen, also in den Oasen der großen Wüsten, während in den übrigen Teilen der Tropen und ihrer Angrenzungen zum Bau andere Holzarten vorgezogen werden. Von den Spitzkeimern sind hier noch zu nennen:

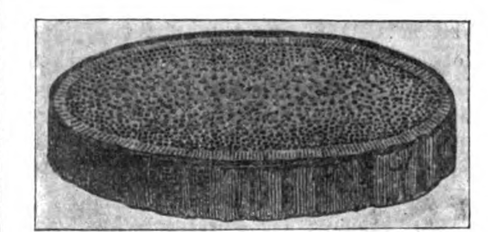


Bild 1.

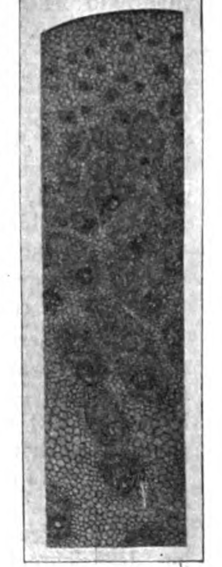


Bild 1a.

Die Baumgräser, d. h. grasartige Hohlstängel von beträchtlichen Abmessungen mit meist verkieselten Außenteilen und unter diesen als hervorragendstes:

das Bambusrohr (bambusa), das wegen seiner Schnellwüchsigkeit und Leichtigkeit bei verhältnismäßig hoher Festigkeit die Wunderpflanze südlicher Breiten (bis herauf nach Süd-Japan) genannt wird, das den Umwohnern Nahrung, Kleidung, Geschirr, Papier, Matten, Körbe, Stricke, Werkzeuge und Baustoffe, Baugerüste, auch Wasserleitröhren und Steigröhren für Pumpen liefert; eine beträchtliche Menge wird auch nach Europa ausgeführt und als Stöcke, Schirmstangen, Schwimmstangen, neuerdings auch zum Fahrrad-, Wagen- und Flugzeugbau sowie im Heere für tragbare Brücken verwendet. Die Vorteile des Bambusrohres werden zwar bei uns noch zu wenig gewürdigt; sie dürften aber bald allgemeiner erkannt und ausgenutzt werden, obgleich bis jetzt unsere bautechnischen Bücher fast gar nichts und von den forsttechnischen und botanischen Büchern m. W. nur Kurz, Schröter, Mayr[30]), Schmeil[27]), Spörry[31]) und Francé[28]) einiges bringen. Kurz soll (nach Francé) ein Buch über die Anwendung der Bambuspflanze geschrieben haben, das mir nicht zugängig ist, worin er 230 Arten aufzählt (an Stelle der „annähernd 30 Arten", die unsere Weltwörterbücher [Konversationslexika] erwähnen). Der neueste „Meyer" verweist auf das mir gleichfalls unbekannte Buch von Schröter: Der Bambus und seine Bedeutung als Nutzpflanze. Basel 1886. 1903 erschien in Zürich eine Beschreibung von Spörrys Sammlung japanischer Nutz- und Kunstgegenstände aus Bambus[31]), das mir erst nach Abschluß dieses Aufsatzes bekannt wurde, von dem daher nur noch einige Fußnoten Platz finden konnten. Schröter hat eine botanische Einleitung dazu geschrieben und Spörry selbst einige seiner Wahrnehmungen in Japan vorausgeschickt, die z. T. die Angaben der anderen Quellen bestätigen, teils damit in Widerspruch stehen. Besonders über die Beziehungen zwischen Standort, Klima und Holzwert scheint noch viel zu erforschen zu sein.

Francé nennt den Bambus das wichtigste Industriegras und tritt sehr lebhaft für seine Anpflanzung auch

---

[21]) Neuerdings werden zwar andere Einteilungen angestrebt, besonders v. Wettstein und Tschulok (a. a. O. [7]) unter Botanik), deren Bedenken aber nur den Botaniker, nicht den Bautechniker berühren; für letzteren bleibt die alte Einteilung zutreffend.

[22]) H. & W. = Hempel & Wilhelm: Bäume und Sträucher des Waldes. 3 Bände, 1889 bis 1900.

[23]) W. = Wiesner: Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. 2. Auflage. Bd. II vom Jahre 1901. Die Abschnitte über Holz sind auch in diesem Werke von Wilhelm[22]) verfaßt.

[24]) Haberlandt: Physiologische Pflanzenanatomie. 4. Auflage. 1909.

[25]) Alfons Leon: Baugesetze in Natur und Technik. Wien 1909; dort sind über Holz besonders Schwendeners mechanische Probleme der Botanik, Leipzig 1909, besprochen, die neuerdings z. T. angefochten werden.

[26]) Säurich: Das Leben der Pflanzen: I) im Walde, 2. Auflage. 1908.

[27]) Schmeil: Leitfaden der Botanik, 40. Auflage, Leipzig 1911, als Lehrbuch an unseren Mittelschulen weit verbreitet.

[28]) Francé: Das Leben der Pflanzen; 5 Bände, 1906 bis 1912. Dieses Werk enthält viele treffliche Abbildungen lebender Bäume, worauf mehrfach verwiesen wird.

[29]) Stone, Herbert: The Timbers of Commerce, London 1904, mit dreifach vergrößerten Abbildungen in- und ausländischer Nadel- und Laubhölzer. (Bambus und Palmen fehlen, sonst sehr beachtenswert.)

[30]) Heinrich Mayr: Fremdländische Wald- und Parkbäume für Europa. Berlin 1906.

[31]) Spörry: Die Verwendung des Bambus in Japan. Zürich 1903.

bei uns ein. Er erzählt in Bd. 4, S. 129/131, daß manche Bambusarten der Tropen in der Regenzeit eine Höhe bis zu 40 m schon innerhalb 40—60 Tagen erreichen, ja, daß man in dem berühmten Garten von Kew bei London innerhalb 24 Stunden ein Höhenwachstum bis 91 cm beobachtet habe. Da diese Baumgräser ferner im Himalaya und in den Anden bis zur Schneegrenze emporklettern und dort noch wahre Urwälder bilden (wohl nur der Zwergbambus, vgl. unten), glaubt Francé, daß auch bei uns sich die Anpflanzung lohne. Er hält die Sache für so wichtig und bei den „fabelhaften festen Halmen" für so verheißend, daß es ihm unbegreiflich erscheint, warum man sie in milden und feuchten Lagen, die vor trocknenden Ostwinden geschützt sind, nicht auch in Mitteleuropa anbaut. Im Heidelberger Schloßgarten sollen etwa 15 japanische Bambusarten gut gedeihen.

Mayr, der selbst einige Jahre in Japans Forstwirtschaft tätig war, hält a. a. O.[30]), S. 432, nur zwei japanische Arten — Mosobambus und Mabambus — die Frost bis — 10° C vertragen, im mildesten Südeuropa für anpflanzfähig, tritt besonders für den Mosobambus warm ein, der in Japan bis zu 25 ᵐ Höhe und bis 32 ᶜᵐ Dicke erreicht. Frostsicherer ist allerdings der Zwergbambus, der aber ein Unkraut, vor dem man sich sehr hüten muß; er ist der Schrecken der japanischen Forstwirtschaft und taugt nur zum Verbrennen. Der Bambus gehört zu den Pflanzen, „welche sterben, wenn sie blühen"; er blüht aber höchstens alle 10 bis 32 Jahre, in der Zwischenzeit treibt er lediglich unfruchtbare Halme. Die Blüte erfolgt scheint's bei allen Stämmen eines Bambuswaldes gleichzeitig und darauf folgt rasches Absterben (der sogenannte gelbe Tod). Beim Mosobambus schätzt man in gemäßigtem Klima nur ein Blütenjahr auf 150 blütenlose[32]). Zum Segen Japans soll er, nach Mayr, dort bis heute noch nicht zur Blüte gekommen sein. Spörry berichtet S. 7 von einem kleinen Bambuswäldchen bei einem Tempel, „dessen Blüte die Leute aus weiter Umgebung herangelockt habe, um das Wunder anzustaunen".

Der rohrstengelartige Wuchs des Bambus rührt wie bei allen Grasarten daher, daß die eigentliche Pflanze unter der Erde bleibt, so daß nur halmartige Seitentriebe ans Licht treten, die bei den dicken Arten wie Maulwurfhügel aus dem Boden herausbrechen als Knospen (die ein beliebtes Gemüse bilden) nach voller Ausbildung aber rasch in die Höhe schießen und an den Blätternarben durchgehende stark verkieselte Scheidewände, die sogenannten Knoten besitzen, die sehr zur Versteifung beitragen. Bild 2 zeigt einen anschaulichen Ausschnitt aus einem solchen Halmknoten (aus Mayr a. a. O.[30]), S. 430), Bild 2a einen Querschnitt dicht über einem Knoten, so daß die ganze Scheidewand sichtbar ist, Bild 2b einen Querschnitt durch den Knoten, wobei die Scheidewand teilweise durchschnitten ist. Die Halme sind so leicht spaltbar, daß manche schon bei unvorsichtigem Fällen auseinanderbersten sollen. Ihre Außenseite ist sehr fest und hart, weil die Zellwände verkieselt sind und außen die verholzten Gefäßbündel sehr dicht beisammen stehen, so daß sie in Bild 2c, das ein Querschnittstück von 2a in 4,2 facher Vergrößerung darstellt, einen gelbbraunen (im Bild dunklen) fast geschlossenen Ring darstellen, der sich nach innen in einzelne getrennt stehende Gefäßbündel auflöst, deren Zwischenräume (wie bei den Palmen, Bild 1a) durch das Grundgewebe (Mark) ausgefüllt sind. Der Querschnitt erhält hierdurch das panterfellartige Aussehen, Bild 2c, aus dem sich ohne weiteres ergibt, daß die inneren Teile weniger fest sind als die äußeren, daß also die Biegfestigkeit sehr groß ist bei außerordentlich geringem Gewicht, was für Sparren, Pfosten, Masten usw. sich sehr eignet. Allerdings ist die Wetterfestigkeit nur dann sehr groß, wenn das Innere vor Nässe geschützt ist; frei in die Erde gestellt, soll das Innere rasch ausfaulen, auch soll sich Wurmfraß in dem nahrhaften Holzmark des Inneren leicht einstellen, weshalb Erdpfosten entweder 48 Stunden in Erdöl zulegen sind (indische Telegraphenstangen) oder mit einer dicht schließenden eisernen Spitze versehen werden müssen, wie das für Zelt- und Gartenschirmpfosten bei uns ja allgemein üblich ist. An feuchten Stellen nistet sich auf der harten Außenhaut ein Pilz ein, der durch diese Haut oft 2 ᵐᵐ tief eindringt und malerische Flecken bildet, die sehr beliebt und so gesucht sind, daß man sie sogar künstlich nachahmt[33]).

Für starke lotrechte Belastung ist der Bambus zwar vermöge seiner Röhrenform sehr geeignet, leidet aber an dem Uebelstand, daß die inneren Holzteile geringere Druckfestigkeit besitzen als die äußeren, welch letztere daher den größeren Teil der Belastung aufnehmen müssen. Der



Bild 2.

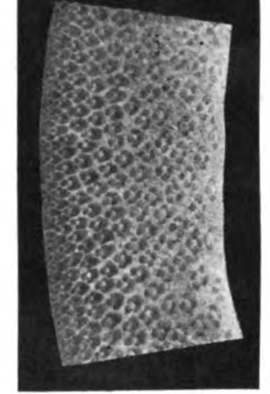


Bild 2 c.

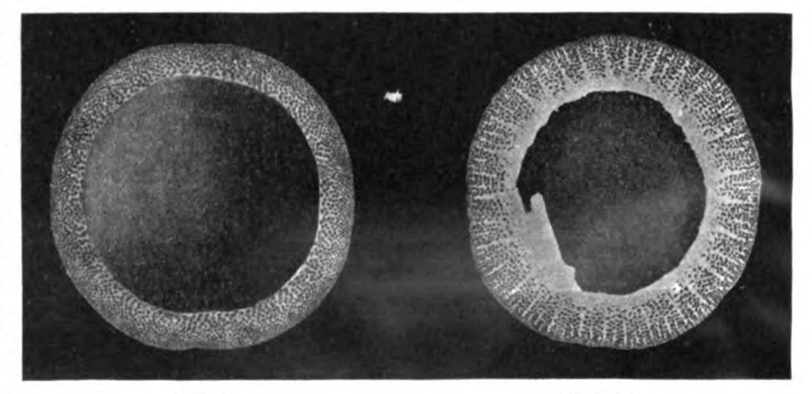


Bild 2 a. Bild 2 b.

[32]) Daraus ist aber nicht zu schließen, daß die Bambushalme selbst 150 Jahre alt werden, sondern nur, daß die meisten gar nicht zum Blühen kommen. Spörry sagt, daß der Holzwert 3jähriger Bambusse der höchste sei, daß sie also meist in diesem Alter gefällt werden, wobei für deren Dauer die richtige Fällzeit sehr wichtig sei. Aeltere Rohre unterliegen dem Wurmfraß schon auf dem Stamme. Ob die auf magerem Felsboden wild wachsenden Arten widerstandsfähiger sind als die in Gärten gezogenen gutgedüngten Pflanzungen?

[33]) Ueber diese Bunt- oder Fleckenbambusse berichtet mit guten Farbentafeln Kawamura im Journal of the College of science der Universität Tokio, Bd. XXVII, 2, v. J. 1907/8. Die Flecken sind entweder natürliche Färbungen, die den gelben Halm teilweise oder ganz braun bis schwarz färben, oder nur einzelne rundliche (elliptische) Pilzfladen, die oft besonders gezüchtet werden und als Zierholz so gesucht sind, daß man gar nicht genug schaffen kann, sondern diese Flecken oft künstlich mittels Brandstift nachahmt, was natürlich der Festigkeit schadet. Sie kommen zu uns in den Handel als (falscher) Schildplattbambus (über den natürlichen Schildplattbambus s. Spörry, S. 5), er ist freilich eine Art Verkrüppelung des Wuchses); zu Pfeifenrohren u. dgl. ist dieser falsche Schildplattbambus beliebt.

Querschnitt wird daher bei völlig gleichmäßiger lotrechter Belastung nicht an jeder Stelle gleich stark beansprucht, da das Mark nachgibt. Die Querdehnung führt dann leicht zum Aufspalten und Ausknicken, weshalb eine Umschnürung angezeigt erscheint. Im besseren japanischen Hausbau findet man Bambus nur zu Dachsparren und leichten Vorbauten verwendet, da für Fachwände und Decken vortreffliche andere Holzarten zur Verfügung stehen.

Festigkeitversuche mit Bambus liegen nicht viele vor. Baumann[34]) scheint die ersten Veröffentlichungen gemacht zu haben. Er fand für einzelne Rohrstreifen eine mittlere Zugfestigkeit $\sigma' = 1700 - 3000^{at}$; für die äußeren härteren Streifen stieg σ' auf 3068 bis 3843^{at}, also bis zur Zugfestigkeit von Schweiß- und weichem Flußeisen, woraus sich's auch erklärt, daß in Japan viele Bambusmesser als leichtere Schneidewerkzeuge benutzt werden[35]), während die inneren Teile des Streifens ein $\sigma' = 1353$ bis 1947^{at} lieferten. Das Federmaß E (Elastizitätsmodul) betrug im Mittel $200\,000^{at}$, also fast das Doppelte unserer meisten einheimischen Hölzer; bei dem inneren Streifen sank E_i auf $110\,000^{at}$, während außen $E_a = 310\,000^{at}$ betrug.

Die Biegfestigkeit σ_b schwankte zwischen 722 und 2760^{at}, und zwar zeigten dünne Rohre von 2—3 cm ⌀ wesentlich höheres σ_b als dickere mit rund 8 cm ⌀.

Schlagbiegeproben verursachten einen Arbeitverbrauch von etwa 2,4 $^{mkg}/_{cm^2}$, gleichgültig ob der Schlag auf einen Knoten traf oder auf die Mitte zwischen zwei Knoten; nur die Brucherscheinungen waren in beiden Fällen verschieden. Lag der Knoten in der Mitte des Biegstabs, so bewirkte ein Schlag auf den Knoten das Aufschlitzen des Rohres von den Enden nach dem Knoten zu, während beim Schlag auf die Mitte eines Rohrstücks ohne Knoten ein ziemlich glattes Durchbrechen der äußeren Fasern, d. h. Zerreißen auf der Zugseite erfolgte.

Anmerkung: Das Umschnüren der knotenlosen Enden hätte vermutlich die Biegfestigkeit verstärkt, wie aus der leichten Spaltbarkeit zu schließen ist. Leider fehlt mir gegenwärtig die Zeit zu Vergleichversuchen.

Die Druckfestigkeit σ'' schwankte bei kurzen Stäben zwischen 548 und 863^{at}. „Umwickelung der Rohre mit Draht zwischen den Knoten hat eine Erhöhung von σ'' nicht bewirkt." (?)

Baumann erklärt dies aus dem Umstand, daß die Zerstörung durch Aufspalten des Rohres in der Längsrichtung vor sich ging, sagt aber nicht, in welcher Weise er umwickelt hat. Da dieses Ergebnis nach obigen Schilderungen über die leichte Spaltbarkeit nicht zu erwarten war, da es ferner erwünscht ist, den Einfluß der Rohrdicke auch auf stärkere Rohre zu untersuchen und einen Vergleich mit den unten zu schildernden abgesperrten Furnierrohren herbeizuführen, sind folgende Versuche im Bauingenieur-Laboratorium gemacht worden:

Zunächst konnte ich in Hannover nur Bambusrohre von 4^{m} Länge mit etwa 5^{cm} ⌀ am Stammende und 4^{cm} am Zopfende auftreiben; sie hatten auch starke Verjüngung in der Wandstärke. Es wurden daraus die in Bild 3 bis 6 dargestellten Probestücke hergestellt und zerdrückt.

[34]) Baumann: Versuche über Elastizität und Festigkeit von Bambus, Akazien-, Eschen- und Hickory-Holz. Vorläufige Mitteilung aus dem Baustoffprüfamt Stuttgart, Zeitschr. deutscher Ingenieure 1912, I., S. 229. Ausführliches soll in den Forscherarbeiten folgen.

[35]) Nach Haberlandt a. a. O.[24]), S. 250, liegt die Elastizitätgrenze mancher Holzfasern höher als bei Schweißeisen, wenn man als Querschnittfläche nur die Zellwände rechnet (also die Hohlräume der Zellen abzieht. Dagegen folgt dicht hinterher die Fließ- und Bruchgrenze. Bei der Außenhaut des Bambus liegen die verkieselten Stützzellen so dicht beisammen, daß obige Festigkeitzahlen nicht überraschen dürfen.

Später bestellte ich bei O. Schlick in Berlin C 25 ein 18^{cm} starkes Rohr von 2^{m} Länge, das in Bild 7 dargestellt ist, aus dem aber für Druckversuche nur ein gerades Stück von $1{,}35^{m}$ Länge und $14{,}69^{cm}$ größtem, $12{,}91^{cm}$ kleinstem ⌀ herauszuschneiden war. Meine Anfrage, ob denn bei Bambusrohr nicht wie bei Rundholz der mittlere Durchmesser als Bestellmaß gelte, wurde verneint; der Welthandel messe Bambusrohre nur nach dem unteren ⌀, was bei künftigen Bestellungen zu berücksichtigen ist. Ferner schrieb Herr Schlick, daß dickere Rohre sehr schwer zu beschaffen seien, da sie sowohl von japanischen als von europäischen Heeresverwaltungen zur Herstellung tragbarer Brücken aufgekauft werden (nach Spörry haben die Rohre sogar an der Warenbörse Japans einen Kurswert), sandte mir aber ohne Entgelt einige Proben von schwarzem Bambus, Bild 10, sowie von (falschem) sog. Schildplattbambus, Bild 11, ferner von vorderindischem weiblichen, Bild 15, und männlichen Bambus[36]) (letzterer ohne Höhlung, daher zäher, Bild 14, aber nur scheinbar schwerer), endlich Proben von verhältnismäßig dickwandigen sog. Tonkinrohren (Bild 12 und 13, in Wirklichkeit chinesischer Bambus), die an Berghängen gewachsen sein sollen und wesentlich fester sind als die aus feuchten Niederungen; er betonte, daß auch in Japan derselbe große Unterschied je nach dem Standort bestehe, endlich daß seinem Gefühl nach die aus Afrika und Amerika bezogenen Rohre lange nicht die Festigkeit der chinesischen und japanischen Bergbambusse erreichen, was aber wohl auch mit dem Standort wechseln dürfte. Die gesandten Proben gaben die aus Liste I ersichtlichen Zahlen über Abmessungen, Druckfestigkeit und Raumgewicht.

Diese Zahlen sind durch folgende Bemerkungen zu ergänzen:

Bild 3a zeigt ein Rohrstück ohne Knoten, an dem sich zunächst bei einer Belastung $P = 4900^{kg}$ unten zwischen $1\,^1/_2$ und $5\,^1/_2{}^{cm}$ Höhe ein Riß bildete, worauf der Druck der Presse auf 3300^{kg} zurückging. Bei nochmaligem Belasten wurden nur 4500^{kg} erreicht, wobei sich

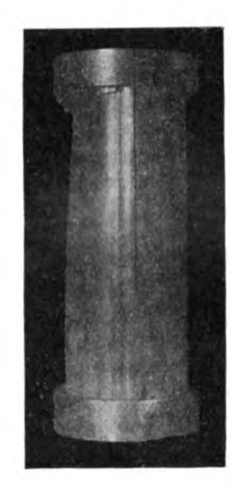


Bild 3a.

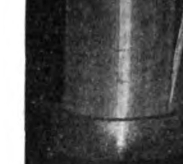


Bild 3b.

der Riß nach oben erweiterte und mehrere neue entstanden, ferner eine Stauchung am oberen Ende, kurz „Bartbildung" genannt, die dem Rohre fast das Aussehen einer römisch-dorischen Säule gab und schließlich zum Ueberschieben über die runde Druckplatte führte, Bild 3b.

[36]) Nach Spörry, S. 16, bezeichnet man in Japan als männliches Rohr ein solches, daß am untersten Knoten nur einen Zweig besitzt; zeigen sich zwei Zweige (Gabelung), so heißt er ein weiblicher Bambus (am gefällten Rohr ist dies nicht zu unterscheiden). In Vorderindien dagegen scheint als männlicher Bambus ein solcher ohne Höhlung bezeichnet zu werden. Die Knoten sind auch hierbei äußerlich als Narben (Blattansätze) zu erkennen, die Scheidewände zeigt Bild 14c.

Liste I.

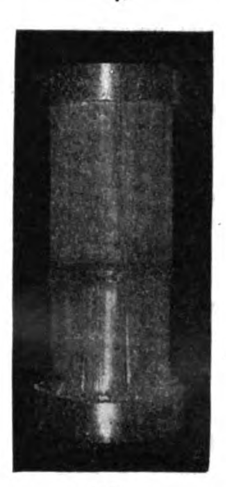
Bild-Nummer	Holzart	Höhe h in cm	Mittlerer ∅ in cm	Wandstärke s in cm	Querschnitt F in cm²	Bruchlast P in kg	Bruchspannung σ'' in at	Verhältnis $h:d$	Raumgewicht r_t	Rohrgewicht g in kg/m	Bemerkungen
3 a u. b	Jap. kurzer Bambus ohne Knoten	12,48	4,93	0,405	6,52	4 900	752	2,52	0,73	0,476	
4 a	desgl. mit 1 Knoten	12,48	4,905	0,45	6,29	4 700	748	2,54	0,857	0,548	
4 b u. c	„ „ 1 „	12,44	4,84	0,485	6,64	4 300	648	2,57	0,848	0,580	
5 a	„ ohne „	12,37	4,905	0,485	6,73	4 900	728	2,53	0,739	0,495	
5 b	„ „ „	12,5	4,935	0,40	5,70	4 200	737	2,53	0,828	0,484	
5 c	„ mit 1 „	13,2	4,90	0,415	5,83	3 800	682	2,68	0,728	0,416	
6 a	Bambusstütze mit 2 Knoten und nur Endumschnürung	89,0	5,0	0,455	6,50	3 500	540	17,8	0,715	0,455	
6 b	desgl. mit 3 Knoten und 5 Umschnürungen	89,2	4,04	0,40	5,58	3 500	628	18,64	—	—	
6 c	desgl. mit nur 1 Knoten und 4 Umschnürungen	61,4	4,835	0,37	5,19	3 500	674	12,7	0,795	0,413	Rest von Bild 6 b
6 d	desgl. mit 3 Knoten und 5 Umschnürungen	81,3	4,57	0,40	5,24	3 500	667	17,8	0,738	0,387	
7 a u. b	desgl. mit 5 Knoten	135,0	13,75	1,285	50,33	24 470	487	9,82	0,706	3,57	
8 a	„ „ 2 „	22,07	14,47	1,47	60,03	28 000	466	1,52	0,743	4,47	
8 b	„ „ 1 „	23,4	14,81	1,575	65,48	28 200	431	1,58	0,670	4,38	
9 a	Furnierstütze	145,0	8,23	0,80	18,08	5 300	293	17,7	—	—	
9 b	Kurzes Furnierrohr	20,7	8,20	0,77	18,60	8 280	446	2,48	0,618	1,150	
10 a	Schwarze Bambusstütze mit 4 Knoten	63,2	3,55	0,46	4,46	2 100	471	17,80	0,869	0,388	
10 b	desgl. ohne Knoten	14,3	3,43	0,40	3,81	3 100	814	4,17	0,871	0,332	
11	Schildplattbambus ohne Knoten	14,24	3,56	0,40	3,97	2 900	730	4,00	0,708	0,281	
12 a	Tonkinbambus ohne Knoten	12,00	2,84	0,46	3,44	3 200	930	4,27	0,867	0,298	
12 b	desgl. mit 2 Knoten	28,40	2,85	0,46	3,45	3 300	956	9,97	0,985	0,340	
12 c	„ „ 3 „	63,80	2,80	0,48	3,50	1 600	457	22,80	0,810	0,283	
13 a	desgl. dünner Bergbambus mit 1 Knoten	11,46	1,33	0,30	0,97	750	774	8,62	0,855	0,083	
13 b	Ganz dünnes Tonkinrohr	43,8	1,35	0,35	*)	—	—	32,5	—	—	*) Wegen des starken Biegepfeiles (etwa 6 cm), keine scharfe Lastmessung möglich.
14 a	Männlicher voller Bambus ohne Knoten	12,0	2,90	1,45	6,60	4 250	644	4,14	0,782	0,516	
14 b	desgl. mit 4 Knoten	54,0	3,18	1,59	7,94	2 400	302	16,96	0,774	0,614	
15	Weiblicher ostindischer Bambus mit 1 Knoten	19,6	2,20	0,32	1,89	1 850	979	8,90	1,070	0,202	

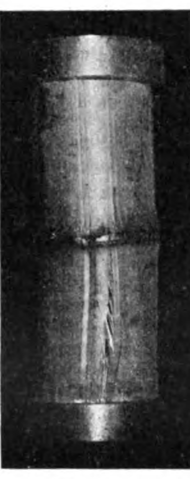
Anmerkung: Die Bruchspannung σ'' wurde berechnet $= \frac{P}{F}$, was nach S. 112 nur ein roher Näherwert ist. Das gleiche gilt vom Raumgewicht $r_t = \frac{\text{Gewicht } G}{F \cdot h}$ und vom Gewicht g aufs laufende Meter $g = \frac{G}{h}$. Die Scheidewände an den Knoten sind also hierbei vernachlässigt. Man sieht aber aus den zwei letzten Spalten, welchen Einfluß sie auf die Zahlenwerte von r_t und g haben.

Bild 4a zeigt ein Rohrstück mit einem Knoten in der Mitte, bei dem das erste Knistern nebst unterer Rissebildung unmittelbar vor Erreichen der Bruchlast $P = 4700^{kg}$ eintrat; ein nachträgliches Weiterbelasten war nur bis 4200^{kg} möglich und führte zu starker Bartbildung am unteren Ende.

Bild 4b zeigt links oben einen Fleck, der eine Beschädigung der glatten Außenhaut darstellt, die wahrscheinlich schon beim Abschuppen der Narbenblätter entstanden ist, bei der wir daher die ersten Risse erwarteten. Diese Stelle blieb jedoch heil, der erste Riß entstand unten bei $P = 2800^{kg}$, erweiterte sich, zuletzt unter starkem Knistern, bis zur Bruchlast $P = 4300^{kg}$, wobei der Riß sich bis über den Knoten hinauf erstreckte, der Pressendruck dann aber rasch fiel.

Eine erneute Belastung gelang nur bis 3800^{kg}, dann Ausknicken wie Bild 4c zeigt. Das Probestück hatte von Anfang an eine kleine Ausbiegung, welche die geringere Bruchlast ohne weiteres erklärt.


Bild 4a.


Bild 4b.

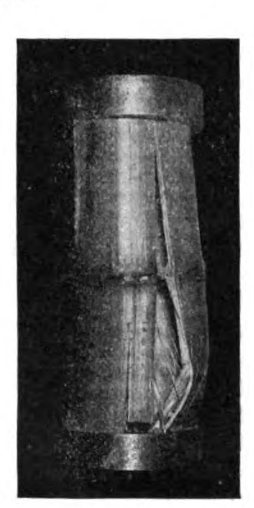
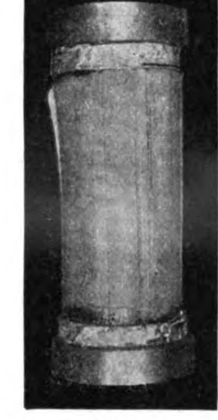
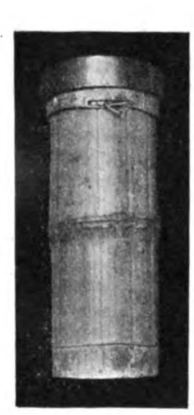

Bild 4c.


Bild 5a.


Bild 5b.


Bild 5c.

Demnach ist der Unterschied in der Bruchspannung zwischen kurzen Stücken mit oder ohne Knoten sehr gering, wenn man von der ab und zu vorkommenden kleinen Ausbauchung an einzelnen Knoten absieht.

Die folgenden Bilder zeigen den Einfluß einer Drahtumschnürung an den Enden eines kurzen Bambusstückes ohne Knoten. Bild 5a erhielt nur einmalige Umwindung mit einem Kupferdraht von 1^{mm} Stärke an beiden Enden, was keine Steigerung der Bruchlast gegenüber Bild 3a herbeiführte. Der erste Riß entstand über dem unteren Bindedraht, worauf sofort der Pressendruck fiel. Bei nochmaliger Steigerung der Belastung, die nur bis 4400^{kg} gelang, öffnete sich der Riß ganz, mehrere neue kamen hinzu, auch begann unten eine einseitige Bartbildung mit Hinaufschieben des Bindedrahts. Um letzteres künftig zu verhindern, wurden bei Bild 5b und c aus verzinktem Kupferdraht mehrere Windungen angebracht, die dicht an den Enden begannen, dann mittels Lötkolben fest miteinander verbunden wurden, ehe sie unter die Presse kamen.

Bild 5b ohne Knoten ergab jedoch keine Steigerung der Bruchspannung ($\sigma'' = 737$ gegen vorher 752^{at}), vielmehr entstand jetzt bei weiterer Belastung eine Stauchung dicht unter dem Lötring und schließlich ein Ausknicken an der Rißstelle.

Bild 5c mit Knoten ergab sogar eine Abnahme der Bruchspannung und eine Stauchung über dem unteren Ring, gleichzeitig mit der dortigen schwachen Rißbildung. Die Vermutung, es könnte durch Unvorsichtigkeit beim Löten dort eine Beschädigung der Außenhaut des Bambus erfolgt sein, veranlaßte uns zum Abnehmen des Lötrings vor der Lichtbildaufnahme, hat sich aber, wie man sieht, nicht bestätigt. Vielmehr scheint nach diesen Ergebnissen die Reibung der Hirnflächen an den Druckplatten zu genügen, eine Umschnürung der Enden im allgemeinen also überflüssig zu sein, mit Ausnahme des Falls Bild 6b (vgl. unten) sowie bei den Schlagproben auf die Knoten, die Seite 113 erwähnt sind.

Bei längeren Stützen ist aber jedenfalls eine Umschnürung der Enden ratsam, denn im Bau fehlt ja in d. R. die Plattenreibung unserer Laboratoriumversuche oder ein gleichwertiger Ersatz dieser Reibung durch die Art der Bauausführung, wie in „Armierter Beton" 1912, S. 338, betont ist.

Bild 6a bis 7a zeigen Knickversuche mit Bambusstützen zwischen zwei Kugelgelenkplatten, so daß die freie Knicklänge l = Höhe h gesetzt wurde[37]) und das Verhältnis h/d bei Bild 6a, 6b und 6d etwa = 18, bei 6c = 12,7 und bei 7a = 9,82 war.

Bild 6a riß nach der ganzen Länge auf, bis zu den beiden Endringen, die dort ebenso wie bei Bild 5a und 5b angelegt waren.

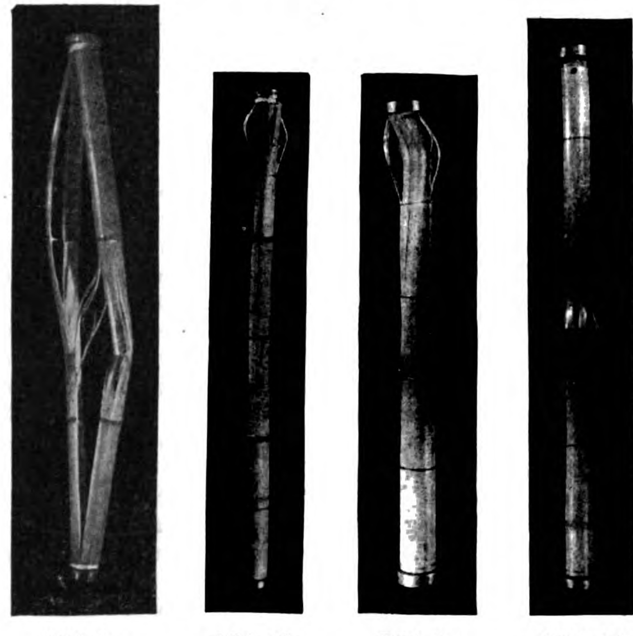
Bild 6b war am oberen Ende beträchtlich schwächer als am unteren, zeigte dort auch schon beim Absägen einen Riß, weshalb oben ein gleicher Ring wie bei 5a umgelegt wurde, unten jedoch nicht. Außerdem sind aber in jeder Feldmitte zwischen je zwei Knoten einfache Kupferdrähte von 1^{mm} Stärke umgebunden worden. Wie Liste I ausweist, erzielte man hierdurch die gleiche Bruchlast wie bei dem stärkeren Rohr Bild 6a, die Bruchspannung war sogar beträchtlich größer als dort (628 gegen 520^{at}) und die Knickung beschränkte sich trotz der schon vor dem Versuch nicht genügend gerade ver laufenden Achse des Rohrs auf das oberste Feld, das wesentlich schwächer als die unteren war. Hätte man dort mehr Ringe umgelegt, so wäre die Bruchfestigkeit vermutlich größer geworden, was durch die zwei folgenden Versuche erhärtet wird.

Bild 6c ist ein Reststück, das beim Versuch 6b heil geblieben, aber schon damals mit rund 628^{at} belastet war, wobei die Scheidewand des Knotens einen schmalen inneren Riß erhielt und daher für den neuen Versuch mit zwei Kupferdrähten dicht ober- und unterhalb des Knotens umwickelt wurde; ferner wurde je ein Kupferdraht an den Enden und drei zwischen den Knoten möglichst gleichmäßig verteilt angebracht. Erstes Knistern bei 2500^{kg}, oben ein Riß mit lautem Aufknacken bei 2900^{kg}; bei

37) Die geringen Durchmesser der Stützen und die Reibung der Platten in den Kugelgelenken verhinderten übrigens meist das Mitdrehen der letzteren, so daß die meisten Versuche zu einem Klaffen zwischen Druckplatte und Rohrende führten und die Bruchlast exzentrisch in der Richtung des Ausknickens wirkte, was bei Bild 12c, 13b und 14b deutlich zu ersehen ist.

Bruchlast $P = 3500$ kg Einknicken des oberen Feldes. Zerstörung also bei $\sigma'' = 674$ at.

Bild 6 d ist gleichfalls mit Kupferdrahtringen, und zwar fünf Stück, ausgesteift, von denen einer oben liegt, die vier anderen ziemlich gleichmäßig zwischen den drei Knoten, deren letzter am unteren Ende liegt, verteilt sind; der Bruch erfolgte bei $\sigma'' = 667$ at, und zwar fast



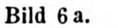


Bild 6 a. Bild 6 b. Bild 6 c. Bild 6 d.

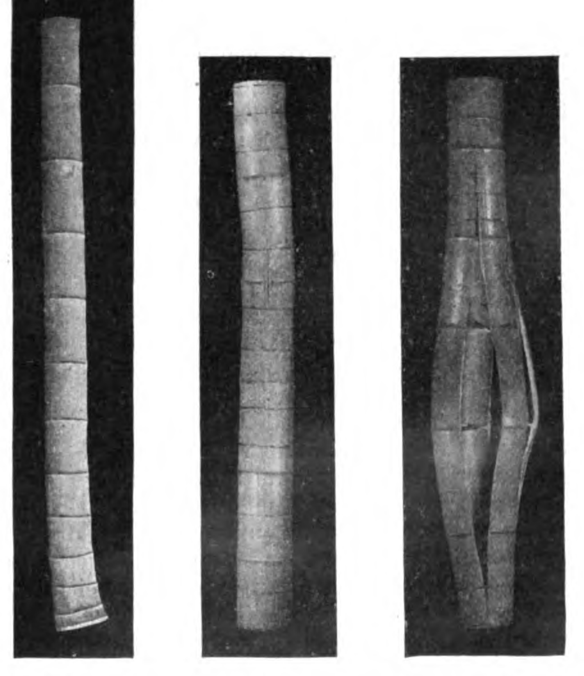


Bild 7. Bild 7 a. Bild 7 b.

genau in der Mitte (zwischen dem nächstliegenden Kupferring und Knoten). Dort entstand starkes seitliches Ausknicken normal zur Ebene des Bildes 6 d, auf dem daher dieses Ausknicken nicht zu sehen ist, wohl aber das seitliche Aufplatzen der hinteren und das Einknicken der vorderen Fasern, ebenso die günstige Wirkung der Kupferringe, durch die bei 6 c und 6 d eine Bruchspannung σ'' von rund 670 at erreicht wurde (gegen 540 at bei Bild 6 a ohne Umschnürung).

Dicht vor Abschluß dieses Abschnitts erhielt ich das bestellte stärkere japanische Bambusrohr (Bild 7) von dem aber nach S. 114 nur $^2/_3$ zu dem Stützenversuch gebraucht werden konnten. Bild 7 a zeigt diesen Versuch, bei dem nur $h/d = 9{,}82$ zu erzielen war, was für Knickversuche eigentlich zu wenig ist (bei Bild 6 a, 6 b und 6 d war h/d rund $= 18$). Da die Knoten sehr ungleiche Abstände hatten und außerdem im dritten Feld von unten ein Riß schon bei der Ankunft vorhanden war, wurden dort und in den oberen schlankeren Feldern je zwei, in den unteren nur je ein Kupferring umgelegt. Außerdem je ein Kupferring an beiden Enden. Die Bruchspannung $\sigma'' = \frac{P}{F}$ betrug 487 at, gegen nur 466 bzw. 428 at bei den zwei kurzen Probestücken Bild 8 a und 8 b, die aus dem gekrümmten Teil noch herausgesägt werden konnten. Man sieht daraus, wie nützlich das Umwinden mit Kupferdraht ist. Bild 7 a zeigt die Ausknickung kurz nach Erreichung der Größtlast $P = 24{,}47$ t, mit raschem Sinken des Pressendrucks. Beim weiteren Belasten erreichte die Presse nur noch 12 t, wobei die Kupferdrahtringe mit Krach platzten und der Bambus nach Bild 7 b ausgebaucht wurde. Das Aufschlitzen trat aber nicht beim ursprünglichen Risse ein; letzterer schloß sich vielmehr während des Versuchs.

Bemerkenswert ist ferner die Einschnürung, die in der Mitte des kurzen drahtumwickelten Stückes (Bild 8 a), und die einseitige Ausbauchung der oberen Hälfte, die bei Bild 8 b eintrat; letzteres Stück erhielt in der Mitte des oberen Feldes eine Drahtumwindung, weil sich schon bei der Anlieferung dort ein Riß gezeigt hatte. Während des Versuchs sank diese Drahtumwindung herab. Die Scheidewände an den Knoten sind bei solch dicken Rohren sehr kräftig und vermehren das Raumgewicht entsprechend. Die Gefäßbündel stehen (nach Bild 7 c, V. 4,2 : 1) in äußerem Umfang nicht so dicht beisammen wie bei den dünneren Rohren (Bild 2 c), so daß vermutlich ihre Zugfestigkeit verhältnismäßig ebenso viel geringer sein dürfte als ihre Druckfestigkeit. Die Vermutung von Baumann, daß dickere Rohre weniger fest seien als dünne, scheint sich also an diesen Beispielen zu bestätigen; wie weit jedoch Standort und Bodenverhältnisse bei unseren Probestücken mitgewirkt haben, entzieht sich unserer Kenntnis zu sehr, um Baumanns Vermutung als gültige Regel aussprechen zu können. Die nachträglich erhaltenen schwarzen Bambusrohre aus Japan sind noch wesentlich fester, ebenso die

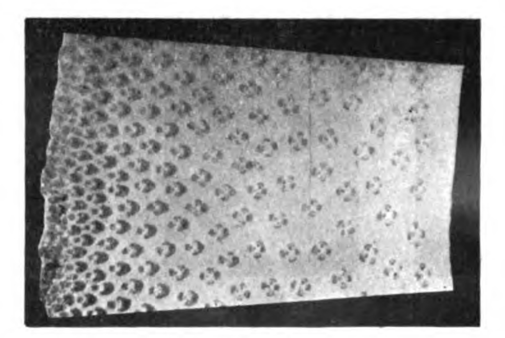


Bild 7 c.

an den Berghängen gewachsenen chinesischen, wie Liste I und die Bilder 10—15 zeigen. Der weibliche vorderindische Bambus (Bild 15) ergab das höchste $\sigma'' = 979$ at, ebenso das größte Raumgewicht $r_t = 1{,}07$, was aber mit der starken Knotenausbildung, die in der Berechnung von r_t vernachlässigt worden ist, zusammenhängt. Ein nachträglich gewogenes kürzeres Rohrstück ohne Knoten ergab nur $r_t = 0{,}875$ und $g = 0{,}163$ kg/m. Längsschnitt 14 c durch den männlichen Bambus zeigt, daß auch hier die Scheidewand der Knoten zwischen den durchgehenden Gefäßbündeln sich einschiebt.

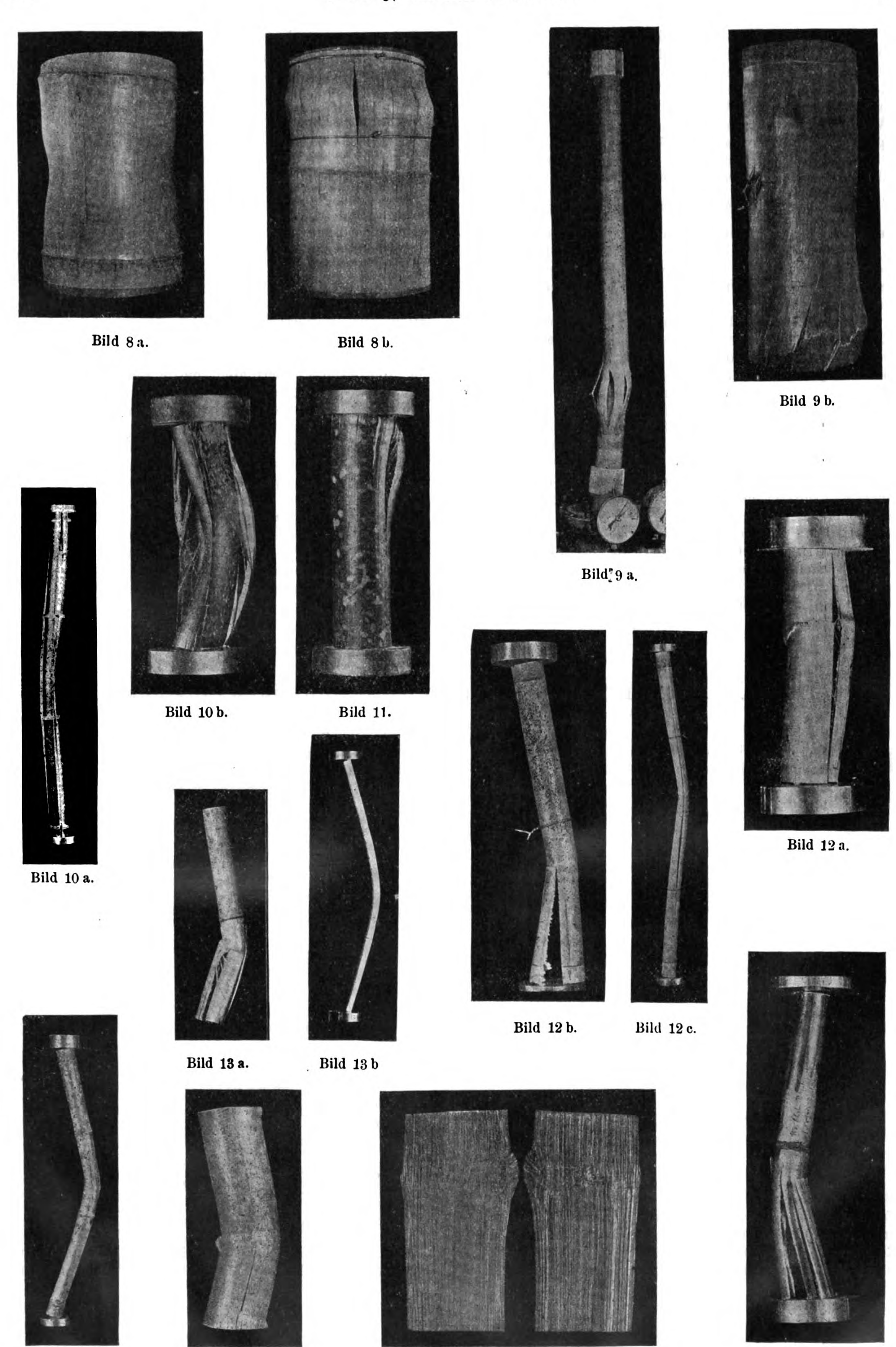


Bild 8 a.

Bild 8 b.

Bild 9 a.

Bild 9 b.

Bild 10 a.

Bild 10 b.

Bild 11.

Bild 12 a.

Bild 12 b.

Bild 12 c.

Bild 13 a.

Bild 13 b

Bild 14 a.

Bild 14 b.

Bild 14 c. *Längsschnitt durch den männlichen Bambus, links gehobelte, rechts gespaltene Fläche.*

Bild 15.

Man sieht aus vorstehendem, wie beträchtlich die Druckfestigkeit guter Bambusrohre ist, ebenso ihre Knickfestigkeit trotz der nicht immer geradlinig verlaufenden Rohrachse und trotzdem das Bambusrohr in der Natur nur geringen Druckbelastungen ausgesetzt ist, daher sein Wachstum es mehr zur Aufnahme hoher Zug- und Biegespannungen geeignet machte. Wegen der ungleichmäßigen Verteilung seiner Gefäßbündel über den Querschnitt ist übrigens die in unserer Liste I angewandte Formel $\sigma'' = \frac{P_{max}}{F}$ nicht zutreffend, sondern im Außenmantel wahrscheinlich σ'' noch beträchtlich größer. Immerhin kann Bambus für sehr stark belastete Bauteile nicht in Betracht kommen, sondern nur dort, wo mäßige Belastung, aber große Steifigkeit und zugleich Leichtigkeit Vorbedingungen der Anwendung sind.

Anlaß zu obigen Druck- und Knickversuchen gab das Ersuchen eines hiesigen Erfinders, der ein Patent nehmen wollte auf „abgesperrte Furnierrohre", die als Ersatz des Bambus für Flugzeugbau u. dgl. dienen sollten. Da hierbei hauptsächlich nur Druckspannungen in Betracht kommen, lieferte der Erfinder u. a. ein abgesperrtes Rohr von 8^{cm} ⌀ und $1{,}45^{m}$ Höhe ein, das aus 8 Erlenholzfurnieren derart zusammengeleimt war, daß je zwei Nachbarfurniere entgegengesetztes Schraubengewinde zeigten, also wie der Tischler sagt „abgesperrt" waren. Als Leim diente Käsequark und Dextrin, deren richtige Mischung der Feuchtigkeit gut widerstehen soll.

Bild 9 a zeigt diese Furnierstütze in unserer Presse. Das Knistern begann viel früher als bei Bambus und führte schließlich zum Aufplatzen bei $P_{max} = 5300^{kg}$, also $\sigma'' = 293^{at}$, für $h/d = 17{,}7$, während Bild 6 a $h/d = 17{,}8$ zeigt; die Vergleichzahlen mit Bambusstützen sind:

$\sigma'' = 540^{at}$ bei der ebenso schlanken Bambusstütze Bild 6 a (nicht umschnürt),

$\sigma'' = 628^{at}$ bei der noch schlankeren Bambusstütze Bild 6 b (nicht umschnürt),

$\sigma'' = 674^{at}$ bei dem Reststück 6 c (umschnürt),

$\sigma'' = 667^{at}$ bei der Bambusstütze Bild 6 d (umschnürt),

$\sigma'' = 487^{at}$ bei der dicken Bambusstütze Bild 7 a (umschnürt).

Um auch noch einen Vergleich mit den kurzen Bambusproben Bild 3 bis 5 zu ermöglichen, wurde vom heilen Ende des Bildes 9 a das in Bild 9 b dargestellte Stück abgetrennt und belastet; es ergab eine Bruchspannung $\sigma'' = 446^{at}$ gegen rund 740^{at} der ebenso schlanken Bambusstützen Bild 3 bis 5, deren Raumgewicht zwar größer ist, deren Gewicht aufs laufende Meter aber nur 40% vom Furnierrohr beträgt, während deren Bruchspannung die des Furnierrohrs um 66% übertraf. So lange die Kosten von Bambus nicht höhere werden als die von jenen Furnierrohren, dürfte Bambus vorzuziehen sein, dessen Festigkeit und Wetterbeständigkeit beträchtlich höher ist, wofern das Innere vor Wurmfraß geschützt wird[32].

Als Glührückstände von kurzen Bambusstücken ergab sich beim männlichen Vollholzbambus 2% weiße Kieselmasse, beim japanischen Bambus mit und ohne Knoten je 1,8% farbige und geschmolzene Masse, also vermutlich Kieselsäure mit etwas beigemischten Metalloxyden.

Um Bambus biegen zu können, muß man ihn vorher in Alkohol aufweichen; dann geht das Biegen von Hand leicht und kann ziemlich weit getrieben werden; nur an den Knoten vermeide man schärfere Biegungen. („Automobilwelt", 7. Febr. 1913, S. 4.)

Fortsetzung folgt.

Rechnerische Ermittelung des günstigsten parabelförmigen Flussquerschnittes.

Von Otto Lacmann, Ingenieur in Kolmar (Els.).

Bei den ersten allgemeinen Berechnungen von Flußregulierungen wird als Querschnitt des regulierten Flusses meist die Parabel zugrunde gelegt, weil diese

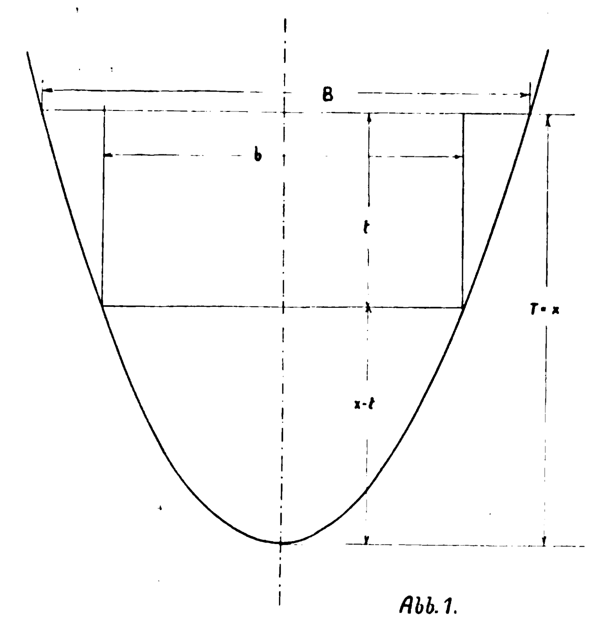


Abb. 1.

Form sich der Natur des Flusses gut anpassen läßt und außerdem für die Rechnung bequem ist. Wenn für die Regulierung nur das Schiffahrtsinteresse bestimmend ist, so ist die Aufgabe zu lösen, bei gegebener Abflußmenge Q und bei bekanntem Gefälle J die Parabeltiefe x so zu wählen, daß für Schiffe von t^{m} Tiefe eine möglichst große Breite b zur Verfügung steht (vgl. Abb. 1).

Bezeichnet:

B die Wasserspiegelbreite,
F den Wasserquerschnitt,
$R = F/B$ den hydraulischen Radius,
v die mittlere Wassergeschwindigkeit,
c den Abflußbeiwert,

dann ergibt sich aus der Gleichung:

$$\frac{b}{B} = \sqrt{\frac{x-t}{x}}$$

$$b = B\sqrt{\frac{x-t}{x}}. \qquad 1)$$

Zur Berechnung stehen uns ferner zur Verfügung die Gleichungen:

$$B = F/R,$$
$$R = 2/3\,T = 2/3\,x,$$
$$F = Q/v,$$
$$v = c\sqrt{R \cdot J},$$
$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{J}\right) \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

(Formel von Ganguillet und Kutter).

In vielen praktischen Fällen kann man die günstigste Parabelform verhältnismäßig schnell durch Probieren finden,

indem man nacheinander verschiedene Werte von x annimmt und dafür die Schiffahrtsbreiten errechnet. In der nebenstehenden Abb. 2 sind die so errechneten Schiffahrtsbreiten b als Ordinaten zu den Parabeltiefen x als Abszissen aufgetragen. Der Rechnung war in diesem Falle eine Wassermenge $Q = 94\ {}^{\text{cbm}}/_{\text{sek}}$, ein Gefälle $J = 0{,}00081$, ein Rauhigkeitsbeiwert $n = 0{,}024$ und eine Schiffahrtstiefe $t = 1{,}75^{\text{m}}$ (ausgezogene Linie) und $t = 2^{\text{m}}$ (gestrichelte Linie) zugrunde gelegt. Der günstigste Parabelquerschnitt findet sich bei einer Tiefe $x = 2{,}30^{\text{m}}$ bzw. $2{,}62^{\text{m}}$. Für die direkte rechnerische Lösung der Aufgabe setzen wir in die Gleichung 1) die oben aufgeführten Werte ein und erhalten:

$$2)\quad b = \frac{Q}{\dfrac{23 + \dfrac{1}{n} + \dfrac{0{,}00115}{J}}{1 + \left(23 + \dfrac{0{,}00115}{J}\right)\dfrac{n}{\sqrt{R}}}\sqrt{R^3 \cdot J}} \cdot \frac{\sqrt{x-t}}{\sqrt{x}}$$

und, da $R = \frac{2}{3}\,x$:

$$b = \frac{Q}{\dfrac{23 + \dfrac{1}{n} + \dfrac{0{,}00155}{J}}{1 + \left(23 + \dfrac{0{,}00155}{J}\right)\dfrac{n}{\sqrt{2/3}\,\sqrt{x}}} \cdot \sqrt{\left(\dfrac{2}{3}\,x\right)^3 \cdot J}} \cdot \frac{\sqrt{x-t}}{\sqrt{x}}.$$

Abb. 2. Die Kurven nähern sich beilaufend (asymptotisch) der X-Achse.

Dadurch, daß wir einsetzen:

$$M = \left(23 + \frac{1}{n} + \frac{0{,}00155}{J}\right)\sqrt{J}$$

und

$$N = \left(23 + \frac{0{,}00155}{J}\right)\frac{n}{\sqrt{2/3}} = \left(28{,}169 + \frac{0{,}00190}{J}\right) n$$

geht unsere Gleichung über in:

$$b = \frac{Q}{\dfrac{M}{1 + \dfrac{N}{\sqrt{x}}}\sqrt{(2/3\,x)^3}} \cdot \frac{\sqrt{x-t}}{\sqrt{x}}$$

$$= \frac{Q\,(\sqrt{x} + N)}{\sqrt{(2/3)^3}\ M \cdot x^2} \cdot \frac{\sqrt{x-t}}{\sqrt{x}}$$

$$= 1{,}837\,\frac{Q}{M} \cdot \frac{\sqrt{x} + N}{x^2} \cdot \frac{\sqrt{x-t}}{\sqrt{x}}$$

$$3)\quad = \mathbf{1{,}837}\,\frac{Q}{M}\,\frac{\sqrt{x^2 - x \cdot t} + N\sqrt{x-t}}{\sqrt{x^5}}$$

Da Q und M von x unabhängig sind, erreicht b seinen Größt- (bzw. Kleinst-) Wert, wenn wir setzen

$$\frac{d\left(\dfrac{\sqrt{x^2 - x\cdot t} + N\sqrt{x-t}}{\sqrt{x^5}}\right)}{dx} = 0$$

oder:

$$\frac{d\left(N \cdot \sqrt{\dfrac{x-t}{x^5}}\right)}{dx} = -\frac{d\sqrt{\dfrac{x^2 - x\cdot t}{x^5}}}{dx}$$

$$\frac{N \cdot (x^5 - 5x^5 + 5x^4 \cdot t)}{2 \cdot x^{10}\sqrt{\dfrac{x-t}{x^5}}} = -\frac{x^5\,(2x - t) - 5x^4\,(x^2 - x \cdot t)}{2 \cdot x^{10}\sqrt{\dfrac{x-t}{x^5}}}$$

$$\frac{N \cdot \sqrt{x}\,(x^5 - 5x^5 + 5x^4 \cdot t)}{x^4} = \frac{5x^4\,(x^2 - x\cdot t) - x^5\,(2x - t)}{x^4}$$

$$N \cdot \sqrt{x}\,(5t - 4x) = 3x^2 - 4 \cdot t \cdot x$$

$$9x^3 - (16N^2 + 24t)\,x^2 + (16t^2 + 40t \cdot N^2)\,x - {}$$
$$- 25t^2 \cdot N^2 = 0 \text{ oder}$$

$$4)\quad \mathbf{x^3 - (1{,}777\,N^2 + 2{,}666\,t)\,x^2 +}$$
$$\mathbf{+ (1{,}777\,t^2 + 4{,}444\,t \cdot N^2)\,x - 2{,}777\,t^2 \cdot N^2 = 0.}$$

Diese Gleichung läßt sich mittels der Cardanschen Formeln oder auf trigonometrischem Wege oder durch Probieren lösen. Zur Erleichterung der Ausrechnung bringen wir in der folgenden Zusammenstellung die Werte von: $2{,}666\,t$; $1{,}777\,t^2$; $4{,}444\,t^2$ und $2{,}777\,t^2$ für $t = 1{,}00$, 1,05, 1,10 usw. bis 2,20.

t^{m}	$2{,}666\,t$	$1{,}777\,t^2$	$4{,}444\,t$	$2{,}777\,t^2$
1,00	2,666	1,777	4,444....	2,777
1,05	2,799	1,958	4,666....	3,060
1,10	2,933	2,150	4,888	3,360
1,15	3,066	2,349	5,111	3,671
1,20	3,199	2,559	5,333	3,999
1,25	3,332	2,776	5,555	4,338
1,30	3,466	3,003	5,777	4,693
1,35	3,599	3,238	5,999	5,060
1,40	3,732	3,483	6,222	5,443
1,45	3,866	3,735	6,444	5,837
1,50	3,999	3,998	6,666	6,248
1,55	4,132	4,268	6,888	6,670
1,60	4,266	4,549	7,111	7,109
1,65	4,399	4,837	7,333	7,559
1,70	4,532	5,135	7,555	8,025
1,75	4,665	5,441	7,777	8,503
1,80	4,799	5,757	7,999	8,997
1,85	4,932	6,081	8,222	9,503
1,90	5,065	6,415	8,444	10,025
1,95	5,199	6,756	8,666	10,558
2,00	5,332	7,108	8,888	11,108
2,05	5,465	7,467	9,111	11,669
2,10	5,599	7,854	9,333	12,264

Näherungsverfahren.

Aus der Formel 4) ersieht man, daß die Tiefe der günstigsten Parabel von der Wassermenge Q unabhängig ist. Sie ist nur abhängig von N und damit von dem Gefälle J und dem Rauhigkeitsbeiwert n sowie von der Schiffahrtstiefe t. Bei gegebenem Gefälle und gegebener Rauhigkeit läßt sich x eindeutig aus t bestimmen.

Der Wert

$$N = \left(28{,}169 + \frac{0{,}00190}{J}\right) n$$

wächst mit zunehmendem n und mit abnehmendem Gefälle J. Handelt es sich um die Schiffbarmachung von Flüssen, so dürften die in Betracht kommenden Werte für J zwischen $\frac{1}{1000}$ und $\frac{1}{10000}$ und für n zwischen 0,022 und 0,028 liegen. Die entsprechenden äußersten Grenzen von N sind alsdann: $N = 0{,}66152$ und $N = 1{,}30732$. Tragen wir für diese beiden Grenzfälle die durch die Gl. 4) dargestellten Kurven in einem System mit den Achsen x und t auf, so sehen wir, daß diese Kurven in dem für uns in Betracht kommenden Gebiete durch Geraden ersetzt werden können, die durch den Koordinatenanfangspunkt gehen und nahezu die gleiche Neigung tg α besitzen. Wir können sie daher angenähert durch die Tangente an eine Kurve ersetzen, die einem mittleren Werte von N, z. B. $N = 1{,}000$ entspricht. Die Gleichung dieser Kurve autet alsdann:

$$x^3 - (1{,}777 + 2{,}666\,t)\,x^2 + (1{,}777\,t^2 + 4{,}444\,t)\,x - 2{,}777\,t^3 = 0.$$

Aus ihr finden wir z. B. $t = 1{,}54$ für die Ordinate eines Punktes mit der Abszisse $x = 2$. Die Neigung der in diesem Punkte an die Kurve gelegten Tangente, die mit der Kurve nahezu zusammenfällt, erhalten wir durch Differenzieren obiger nicht entwickelter Funktion und Einsetzen der Werte $x = 2$ und $t = 1{,}54$.

$$-2{,}666\,x^2 + 3{,}555\,x\,t + 4{,}444\,x - 5{,}555\,t + \frac{dx}{dt}(3\,x^2 - 3{,}555\,x - 5{,}333\,t\,x + 1{,}777\,t^2 + 4{,}444\,t) = 0$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{2{,}666\,x^2 - 3{,}555\,x\,t - 4{,}444\,x + 5{,}555\,t}{3\,x^2 - 3{,}555\,x - 5{,}333\,t\,x + 1{,}777\,t^2 + 4{,}444\,t} = \operatorname{tg}\alpha$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{0{,}615}{0{,}476} = 1{,}29.$$

Da $x/t = 2/1{,}54$ ebenfalls $= 1{,}29$ ist, geht die Tangente durch den Koordinatenanfangspunkt. Wir können daher setzen $x = 1{,}29\,t$. Für überschlägige Berechnungen genügen diese Werte vollkommen. Soll bei der genaueren Rechnung die Gl. 4) durch Probieren aufgelöst werden, so empfiehlt es sich, als ersten Probewert $x = 1{,}29\,t$ einzusetzen. Da sich die Schiffahrtsbreite b in der Nähe ihres Größtwertes mit x wenig ändert, und andererseits eine große Tiefe und eine damit verbundene Senkung des Niedrigwassers für die Landwirtschaft meist nicht erwünscht ist, so wird man den gefundenen Höchstwert der Tiefe lieber unterschreiten als überschreiten. — Die Vorteile der neuen Berechnungsart bestehen in der Möglichkeit schnelleren Arbeitens und in der Unabhängigkeit von der Ganguillet-Kutterschen Tafel, die sich bei der bisher üblichen Durchführung der Rechnung nur unter großem Mehraufwand an Zeit entbehren ließ.

Bogenträger von verschwindendem Krümmungshalbmesser im Scheitel und unendlich grossem Krümmungshalbmesser am Kämpfer*).

Von Baurat Adolf Francke (Alfeld a. d. Leine).

Bogengebilde, bei denen der Krümmungshalbmesser ρ_0 im Scheitel verschwindet, während gleichzeitig der Krümmungshalbmesser ρ_1 im Kämpfer unbegrenzt anwächst, sind die Stützlinie einer lotrechten Streckenbelastung p, welche im Kämpfer verschwindet, aber nach dem Scheitel zu unbegrenzt anwächst.

Sie bilden daher Traggebilde, geeignet, konzentrierte Mittellasten, z. B. eine einzige ruhende Scheitellast in günstiger Weise, also ohne allzu große innere Biegungsmomente zu tragen.

Derartige Bogenlinienformen, für welche also $\rho_0 = 0$, $\rho_1 = \infty$ ist, können in unbegrenzter Mannigfaltigkeit gebildet werden.

Indem wir die Koordinaten x, y vom Scheitelpunkt rechnen, führen wir als einfaches bestimmtes Beispiel hier vor: den Bogenträger der Gleichung:

$$y = \frac{x\,\{8\sqrt{a\,x} - 3\,x\}\,h}{5\,a^2}.$$

Derselbe bildet für unveränderliche Spannweite $2\,a$ und beliebig wählbare Pfeilhöhe h eine bestimmte Bogenschar mit der gemeinsamen lotrechten Stützbelastung

$$p \equiv \varkappa \equiv C\left(\sqrt{\frac{a}{x}} - 1\right),$$

welche im Kämpfer $= 0$, im Scheitel ∞ wird. Die Gesamtstützlast $K = 2\int_0^a \varkappa\,d\,x$ hat stets, solange C endlich bleibt, den endlichen Zahlenwert $K = 2\,C\,a$, und C bedeutet die durchschnittlich mittlere in $x = \frac{a}{4}$ liegende Lasthöhe der Stützbelastung.

Stets ist x vom Scheitel nach jeder Seite positiv zu nehmen und $\sqrt{a\,x}$ stets positiv zu rechnen. Durch Ableitung folgen die Werte:

$$\operatorname{tg}\omega = \frac{d\,y}{d\,x} = \frac{6\,[2\sqrt{a\,x} - x]\,h}{5\,a^2}$$

$$\frac{d^2\,y}{d\,x^2} = \frac{6\left[\sqrt{\frac{a}{x}} - 1\right]h}{5\,a^2}.$$

Es ist am Kämpfer $\operatorname{tg}\omega = \operatorname{tg}\beta = \frac{6\,h}{5\,a}$, während die ganze Fläche $2\,F$ zwischen Spannsehne $2\,a$ und der Bogenlinie $2\,F = \frac{28}{25}\,h\,a$ beträgt.

Die natürliche, der Stützlinieneigenschaft entsprechende Kräfteverteilung in dem Bogen der beliebigen Pfeilhöhe h mit zwei frei drehbaren unverschieblichen Kämpferpunkten wird abgeleitet aus der entsprechenden Kräfteverteilung des ∞ flachen Einzelbogens der einander ähnlichen und ähnlich liegenden Bögen, für welchen mithin gilt:

$$d\,s = d\,x;\; h = 0;\; d\,\omega = \frac{6\,h\left[\sqrt{\frac{a}{x}} - 1\right]d\,x}{5\,a^2}.$$

Der Zustand des Bogenschubes $X = 1$ wird betrachtet in der Momentengleichung:

$$E\,J\,\frac{d^2\,z}{d\,x^2} = \frac{h}{5\,a^2}\,[5\,a^2 - 8\sqrt{a}\;x^{3/2} + 3\,x^2],$$

*) Diese Arbeit ist eine Erweiterung der Jahrg. 1911, S. 451 und S. 503 erschienenen Abhandlungen desselben Verfassers für den Fall der gleichzeitigen Erfüllung der beiden gegebenen Bedingungen $\rho_0 = 0$, $\rho_1 = \infty$ beim Bogenträger mit starkem Schub.

aus welcher der Wert $w = \int_{\delta}^{\beta} z\,d\omega$ der von X bewirkten Längenänderung der halben Bogenachse hergeleitet wird:

$$EJw = \frac{-1064}{2625}\,a h^2.$$

Aus dem Zustand der Scheitelbelastung P:

$$\frac{EJ}{P}\,\frac{d^2 z}{dx^2} = \frac{x-a}{2}$$

wird die von P veranlaßte Längenänderung gefunden

$$\frac{EJw}{P} = \frac{257}{1400}\,a^2 h.$$

Also wird der durch die Scheitellast P erzeugte Schub X dargestellt durch:

$$\frac{X}{P} = \frac{257}{1400}\cdot\frac{2625}{1064}\cdot\frac{a}{h} \text{ oder}$$

$$X = \frac{3855\,a}{8512\,h}\,P = 0{,}4529\,\frac{a}{h}\,P.$$

Es entsteht mithin das verhältnismäßig kleine Scheitelbiegungsmoment: $M = 0{,}0471\,a\,P < \frac{Pa}{21}$.

Eine im Bogenpunkte x hängende Einzellast P erzeugt den Schub:

$$\frac{X}{P} = \frac{15\cdot\{257\,a^4 - 350\,a^2 x^2 + 128\,\sqrt{a}\,x^{7/2} - 35\,x^4\}}{8\cdot 1064\,a^3 h}.$$

Auf Grund dieser letzteren Gleichung kann für $P \equiv p\,dx$ der von beliebigen Streckenlasten erzeugte Schub ermittelt werden.

Für $n \gtreqless 0$, $1 > m > 0$, bilden allgemein beispielsweise die Bogenformen der analytischen Gleichung:

$$\frac{y}{h} = \frac{(n+1)(n+2)\,a^m x^{2-m} - (2-m)(1-m)\,a^{-n} x^{n+2}}{(n+m)(3+n-m)\,a^2}$$

verschiedene Bogenscharen bei je bestimmten Zahlen m, n, für welche allgemein $\rho_0 = 0$, $\rho_1 = \infty$ ist.

Für $n = m$ ergeben sich z. B. die verschiedenen Arten derjenigen Bogenformen, welche die Stützlinien der Belastung

$$p \equiv C\left[\left(\frac{a}{x}\right)^n - \left(\frac{x}{a}\right)^n\right]$$

für n als beliebigen echten Bruch darstellen.

Die Berechnung vollkommener Ueberfallwehre.

Von Prof. Th. Rehbock, Oberbaurat (Karlsruhe).

In seinem Aufsatz „Zur Berechnung der vollkommenen Ueberfallwehre" hat Oberbauinspektor A. Hofmann in München im Heft 3 des Jahrganges 1912 dieser Zeitschrift meine auf der Karlsruher Tagung deutscher Naturforscher und Aerzte im Herbst 1911 bekanntgegebene Formel für die Berechnung der Wassermenge, die bei einem **dünnwandigen lotrechten Ueberfallwehr mit scharfer wagerechter Ueberfallkante überfließt, wenn der Strahl keine seitliche Zusammenziehung erleidet, vollständig gelüftet ist und einen freien Fuß besitzt** (Abb. 1), einer Besprechung unterzogen.

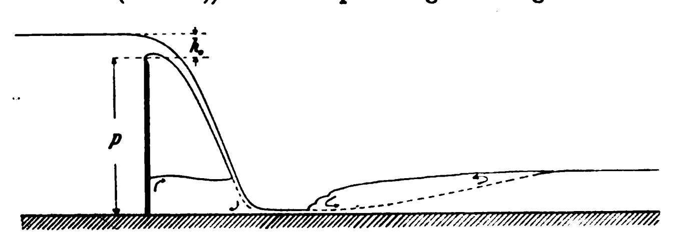


Abb. 1. *Querschnitt durch ein dünnwandiges, lotrechtes Wehr mit scharfer wagerechter Ueberfallkante, bei gelüftetem Strahl, mit freiem Fuß.*

Diese Formel ist auf die Dubuatsche Gleichung für die Wassermenge Q in cbm/Sek.:

$$\text{Gl. 1)} \qquad Q = \frac{2}{3}\,\mu_0\cdot\sqrt{2g}\cdot l\cdot h_0^{3/2}$$

aufgebaut, in der l die Wehrlänge und h_0 die Ueberfallhöhe in ^{m} bedeuten.

Für diese Gleichung hatte ich auf Grund von Versuchen im Karlsruher Flußbaulaboratorium für Wehre von der Höhe p den Beiwert μ_0 zu:

$$\text{Gl. 2)} \qquad \mu_0 = 0{,}605 + \frac{1}{1100\cdot h_0} + \frac{h_0}{12\cdot p}$$

bestimmt, worin die Längen h_0 und p in ^{m} eingeführt werden müssen.

Durch Einsetzen des Wertes μ_0 in Gl. 1) entsteht:

$$\text{Gl. 3)} \qquad Q = \frac{2}{3}\sqrt{2g}\cdot l\cdot\left\{0{,}605\cdot h_0^{3/2} + \frac{h_0^{1/2}}{1100} + \frac{h_0^{5/2}}{12\cdot p}\right\}.$$

Auf Grund späterer, noch verschärfter Beobachtungen habe ich den in Gl. 2 angegebenen Wert von μ_0 im Jahre 1912 noch etwas abgeändert, um die Genauigkeit der Formel namentlich für die kleinsten Ueberfallhöhen, bei denen der freie gelüftete Strahl noch einwandfrei entstehen kann, d. h. etwa abwärts bis zur Ueberflutungshöhe $h_0 = 0{,}009\ ^m$, noch zu erhöhen *).

Dieser neue Wert für μ_0 lautet:

$$\text{Gl. 4)} \qquad \mu_0 = 0{,}605 + \frac{1}{1050\cdot h_0 - 3} + 0{,}08\,\frac{h_0}{p},$$

während ich für die Ueberfallhöhen von mehr als $0{,}05\ ^m$, die im praktischen Wasserbau allein von Wichtigkeit sind, die Verwendung der etwas einfacheren Näherungsformel:

$$\text{Gl. 5)} \qquad \mu_0 = 0{,}605 + \frac{1}{1000\,h_0} + 0{,}08\,\frac{h_0}{p}$$

empfohlen habe.

In dem zweiten Glied der μ_0-Werte nach Gl. 2, 4 und 5, das den kleinen hyperbolisch mit der Ueberfallhöhe abnehmenden Einfluß der Wehrschneide festlegt, besitzen die konstanten Werte 1100, 1050 bzw. 1000 die Dimension m^{-1}. Es müßten daher diese Werte streng genommen durch $1\ ^m$ dividiert werden, wenn die Homogenität der Gleichung evident gemacht werden soll. Es ist dies aber nicht üblich und auch zwecklos, da das Ergebnis der Ausrechnung dadurch nicht berührt wird.

Der Unterschied zwischen den μ_0-Werten der genannten drei Formeln (Gl. 2, 4 und 5) ist nur klein. Er beträgt für Ueberfallhöhen über $0{,}02\ ^m$, die bei Wassermessungen allein in Frage kommen können, nur Bruchteile eines Hundertstel. Für die weiteren Ausführungen haben diese kleinen Unterschiede keine Bedeutung.

Oberbauinspektor Hofmann hat nun gegen den von mir vorgeschlagenen μ_0-Wert (Gl. 2) Bedenken geäußert, weil nach seiner Ansicht für $h_0 = 0$ die Wassermenge Q nicht 0, sondern $\frac{0}{0}$, also unbestimmt werde. Er folgert

*) Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Dritter Teil. „Der Wasserbau", 4. Aufl., 2. Bd., 1. Abt., S. 58 ff. — „Zeitschr. des Verbandes deutscher Arch.- u. Ing.-Ver." 1912, Nr. 1, und 1913, Nr. 1.

das aus der Tatsache, daß für $h_0 = 0$ der Wert $\mu_0 = \infty$ wird. Dieses Bedenken ist zunächst schon rein mathematisch unberechtigt, weil die Werte 0 und ∞ beide aus Funktionen von h_0 hervorgehen und daher nicht unabhängig voneinander sind. Ein Blick auf Gl. 3 zeigt vielmehr, daß für $h_0 = 0$ der Wert Q nicht unbestimmt, sondern eindeutig gleich 0 wird, da jedes der einzelnen Glieder des Klammerwertes für $h_0 = 0$ die Größe 0 annimmt. Läßt sich dieser von Hofmann auch in seiner Schrift „Stau bei Flußbrücken" *) wiederholte Einwand schon rein mathematisch ganz einwandfrei als unberechtigt nachweisen, so ist aber doch vor allem zu berücksichtigen, daß eine für einen freien gelüfteten Strahl aufgestellte Formel doch nur bis zu derjenigen Grenze Gültigkeit zu besitzen braucht, bis zu der diese Strahlform bei den natürlichen Eigenschaften des Wassers überhaupt entstehen kann. Das ist aber, wie die Beobachtung lehrt, nur der Fall bei Ueberfallhöhen etwa abwärts bis zu der bereits genannten Größe von $0{,}009^{\,m}$, für die sich bei den vorgeschlagenen Formeln für alle Wehrhöhen von $p = \infty$ abwärts bis $p = 0{,}10^{\,m}$ der Beiwert μ_0 zu 0,706 bis 0,767 berechnet, d. h. zu einem Wert, der eine durchaus wahrscheinliche Größe besitzt. Eine Untersuchung aber der Formelwerte für kleinere Ueberfallhöhen, bei denen der freie Strahl nicht entstehen kann, hat keinen Wert.

Oberbauinspektor Hofmann behauptet zwar in seinem Aufsatz in dieser Zeitschrift:

> Gerade wo Ueberfallwehre angewandt werden, ist $h_0 = 0$ meistens möglich,

und in seiner Schrift: „Stau bei Flußbrücken":

> Gerade bei Ueberfallwehren, die meistens zur Abführung überschüssigen Wassers angelegt werden, kommt es leicht vor, daß $h_0 \gtrless 0$ wird.

Diese Behauptungen sind aber irreführend und bei ihrer Anwendung auf Ueberfälle falsch. Natürlich kann bei einem nicht überfluteten Wehr der Wasserspiegel in der Höhe der Wehrkrone oder auch beliebig tiefer liegen. Ein Ueberfließen von Wasser tritt aber auch dann noch nicht ein, wenn der Wasserspiegel in der Höhe der Wehrschneide steht. Erst wenn der Wasserspiegel um 3 bis $4^{\,mm}$ über die Höhe der Wehrschneide angestiegen ist, fließt Wasser über. Der Strahl schmiegt sich dann aber zunächst noch an die Abfallwand des Wehres an und kann sich nicht vom Wehrkörper trennen. Bei dem sich ausbildenden angeschmiegten Strahl sind die μ_0-Werte anders zusammengesetzt und viel größer als beim freien Strahl. Erst wenn der Wasserspiegel 6 bis $7^{\,mm}$ über der Wehrschneide steht, beginnt sich bei dem Zutritt von Luft unter dem Strahl das abfließende Wasser von der Wehrwand zu lösen. Ein vollkommen freier Strahl entsteht aber im allgemeinen erst, wenn die Ueberfallhöhe etwa $9^{\,mm}$ erreicht hat. Erst für diese Ueberfallhöhe kann daher auch die Formel für den gelüfteten Strahl Anwendung finden.

In seiner Schrift: „Stau bei Flußbrücken" hat Hofmann weiter meine Formel für μ_0 für in ihrem Aufbau fehlerhaft erklärt, weil das zweite Glied keine unbenannte Zahl sei. Ich habe schon darauf hingewiesen, daß es, um die Homogenität der Gleichung zu wahren, nur nötig ist, den konstanten Wert in der richtigen Dimension einzuführen. Der Hofmannsche Einwand müßte, wenn er berechtigt wäre, in gleicher Weise gegen die älteren Formeln von Bazin, Frese und Hansen, die all in der gleichen Weise zusammengesetzte μ_0-Werte enthalten, sowie gegen einen großen Teil aller hydraulischen und physikalischen Formeln erhoben werden, da es allgemein gebräuchlich ist, die selbstredenden Dimensionen der konstanten Beiwerte nicht besonders anzugeben. Daß Hofmann gegen diese Fortlassung der Dimension des konstanten Beiwertes in meiner Formel Einspruch erhebt, ist um so auffallender, als er selbst in neuester Zeit einen Beiwert:

$$\mu_1 = \frac{g}{g - v_1 + v_0}$$

vorgeschlagen hat, in dem Beschleunigungen und Geschwindigkeiten, d. h. benannte Größen verschiedener Dimension addiert werden sollen, ohne daß er die Verschiedenheit der Dimensionen erwähnt *). Der Zweck der Einführung der konstanten Werte als Beschleunigungen ist bei der Hofmannschen Formel zudem nicht einmal ersichtlich, während ich bezweifle, daß es möglich sein wird, die auf der beistehenden Abbildung (Abb. 2) dargestellte Hyperbelschar für μ_0 und dadurch zugleich das durch die Beobachtungen näherungsweise festgelegte Naturgesetz für den Abfluß von Wasser über scharfkantige Wehre mit wagerechter Krone einfacher und genauer festzulegen, als es durch die mitgeteilte Gleichung (Gl. 4) geschehen ist.

Weiter hat Hofmann bei Besprechung meiner Formel darauf hingewiesen, daß bei den Formeln für die überfallende Wassermenge die Zuflußgeschwindigkeit des Oberwassers nicht vernachlässigt werden dürfe. Dieser Hinweis auf eine m. E. selbstredende Tatsache erklärt sich aus einem Irrtum Hofmanns über die Bedeutung des Wertes p in meiner Formel. Der Wert von p (die Wehrhöhe) bezeichnet, wie ich in meinen früheren Veröffentlichungen klar angegeben habe, ebenso wie bei Bazin, die Höhe der Ueberfallkante über der Sohle der Oberwasserrinne (Abb. 1). Oberbauinspektor Hofmann war bei Niederschrift seiner Veröffentlichungen der irrtümlichen Ansicht, daß p die Höhe der Wehrkrone über dem Spiegel des ungestauten Wassers bedeute, und hat erst nachträglich auf meinen Wunsch eine Richtigstellung dieses Versehens in seinen Veröffentlichungen veranlaßt. Wäre die Hofmannsche Ansicht richtig gewesen, so wäre meine Formel allerdings fehlerhaft, denn sie würde in diesem Fall den Einfluß der Zuflußgeschwindigkeit des Oberwassers nicht richtig wiedergeben. Bei der Einführung des Wertes von p als Wehrhöhe drückt dagegen das letzte Glied der Gleichungen 2 bis 5 den Einfluß der Zuflußgeschwindigkeit aus, und zwar, wie die Versuche gezeigt haben, in guter Annäherung an die tatsächlichen Verhältnisse. Der beträchtliche Einfluß dieses Gliedes geht aus der Aufzeichnung der μ_0-Linien für verschiedene Wehrhöhen nach Gl. 4 (Abb. 2) deutlich hervor. Daß der Einfluß der Zuflußgeschwindigkeit nicht als Funktion der mittleren Geschwindikgeit des Oberwassers, wie es früher vielfach geschehen ist, sondern als Funktion der diese Geschwindigkeit bedingenden Werte h_0 und p eingeführt wurde, wie es auch schon Bazin durch ein allerdings anders aufgebautes Glied getan hat, macht die Ueberfallformel erst zu einer leicht verwendbaren.

Hofmann beschränkt sich nun aber in seinen Veröffentlichungen nicht auf die Kritik meiner Formel, die ich im vorstehenden als ungerechtfertigt nachgewiesen zu haben glaube, sondern er macht auch selbst neue Vorschläge zur Behandlung des Ueberfallproblems, indem er von der durch Beobachtung festzustellenden Größe der Ueberfallhöhe h_0 und der Senkung des Oberwasserspiegels bis zum lotrechten Schnitt durch die Wehrschneide Δh_0 ausgeht, die er auf Grund meiner Beobachtungen zu $0{,}15 \cdot h_0$ annimmt.

Hofmann kommt bei seinen Untersuchungen durch theoretische Betrachtungen zu den folgenden grundsätzlichen Behauptungen:

1. Der unter der Wehrschneidenhöhe befindliche Teil des Oberwassers eines Wehres ist als stehend zu betrachten.

*) Stuttgart 1912, Konrad Wittwers Verlag.

*) „Weiße Kohle". 1912, S. 413.

2. Die Geschwindigkeit $v_0 = \frac{Q}{l \cdot h_0}$ kann nie größer werden als die Geschwindigkeit v des ungestauten Wassers, die Hofmann aus der Bazinschen Formel:

$$v = \frac{87 \cdot R \cdot \sqrt{J}}{\sqrt{R} + 0{,}46} \text{ berechnet.}$$

3. Bei Ueberfallsberechnungen ist nicht die Oberflächensenkung, sondern die Schwerpunktsenkung für die Bewegung des Wassers maßgebend.

Wer mit der Entwickelung der Hydraulik und im besonderen mit den seitherigen Untersuchungen des Ueberfallproblems vertraut ist, der erkennt sofort, daß hier Behauptungen von weittragender, grundsätzlicher Bedeutung aufgenommen wurden und dadurch in weite Kreise getragen werden. Denn es steht zu erwarten, daß durch diese Behauptungen, wenn sie unwiderlegt bleiben sollten, eine große Unsicherheit in den Kreisen der im Wasserbau tätigen Ingenieure hervorgerufen wird. Es sollen daher die drei angeführten Behauptungen kurz betrachtet werden.

1. Was zunächst die Behauptung anbetrifft, der unter der Wehrschneide befindliche Teil des Oberwassers eines Wehres sei als stehend zu betrachten, woraus dann Hofmann folgert, daß der Wasserzufluß zum Wehr in einer über der Wehrkrone liegenden Wasserschicht von der Höhe h_0 mit der Geschwindigkeit: $v_0 = \frac{Q}{l \cdot h_0}$ stattfindet, so widerspricht diese Behauptung allen Beobachtungen und Erfahrungen.

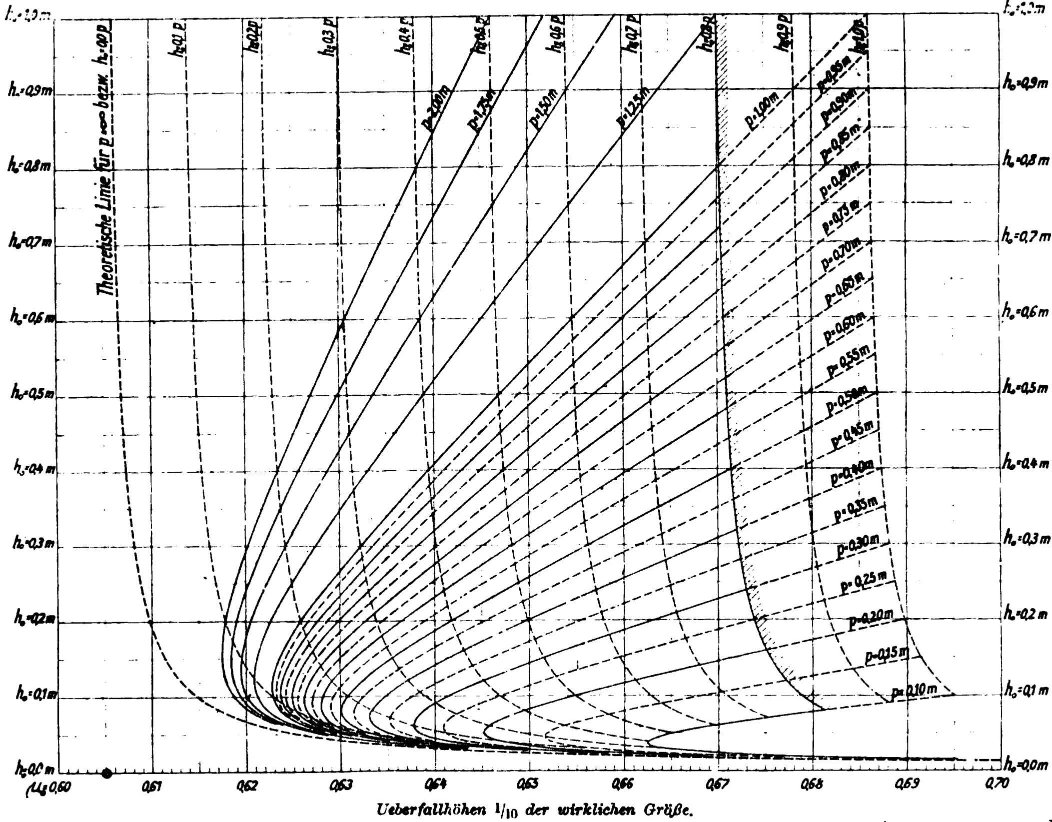


Abb. 2. *μ_0-Linien für verschiedene Wehrhöhen nach Gleichung* $\mu_0 = 0{,}605 + \frac{1}{1050 \cdot h_0 - 3} + 0{,}08 \frac{h_0}{p}$.

aufgestellt werden, bei deren Richtigkeit nahezu alles, was seither auf diesem Gebiet geleistet wurde, wertlos werden müßte. Hofmann gibt selbst in dem Vorwort seiner Schrift: „Stau bei Flußbrücken" an, daß seine Anschauungen fast alle bisherigen Sätze der Wasserbewegungslehre umstürzen. Wenn daher Hofmann mit seinen Behauptungen recht hätte, so wäre tatsächlich die mühsame Arbeit der beiden letzten Jahrhunderte auf dem Gebiet der Hydraulik fast vergeblich gewesen. Wir müßten von Grund auf neu aufbauen. Zum Glück ist dem aber nicht so. Vielmehr befindet sich Oberbauinspektor Hofmann mit allen seinen obengenannten Behauptungen im Irrtum. Daß solche Behauptungen von Hofmann aufgestellt werden konnten, erklärt sich m. E. nur daraus, daß derselbe seine Theorien ohne Zuziehung von Beobachtungen und Versuchen entwickelt hat, und daß er sich durch den zufälligen Umstand, daß zwei der von ihm in seinen theoretischen Annahmen gemachten Fehler sich größtenteils ausgleichen, zu dem Schluß berechtigt glaubte, daß seine Annahmen durch das Endergebnis untersuchter Beispiele bestätigt seien. Es muß den Hofmannschen Anschauungen um so mehr entgegengetreten werden, als dieselben größtenteils auch in die bereits genannte Schrift über den Stau bei Flußbrücken

An jedem Wehr läßt sich das Gegenteil durch Messungen der Wassergeschwindigkeiten und auch durch den bloßen Augenschein leicht feststellen. Das Wasser fließt in Wirklichkeit in der ganzen Tiefe des gestauten Oberwassers und bei glatten Rinnenwandungen oberhalb der Senkungskurve des Wehres im ganzen Querschnitt auch fast mit der gleichen Geschwindigkeit dem Wehr zu. Es besitzt daher bei der gleichen Ueberfallhöhe eine mit wachsender Wehrhöhe abnehmende mittlere Zuflußgeschwindigkeit. Erst dicht vor dem Wehr steigen die Wasserfäden im unteren und mittleren Teil des Querschnittes in die Höhe, was sich in einer schnellen Zunahme der Oberflächengeschwindigkeit dicht oberhalb des Wehres zeigt. Im Karlsruher Flußbaulaboratorium lassen sich diese Vorgänge durch Glasscheiben hindurch mit dem bloßen Auge deutlich beobachten*). Genaue Messungen der Geschwindigkeiten in verschiedenen Entfernungen vom Wehr mit dem Woltmanschen Flügel haben das Gesagte bestätigt. Sie haben gezeigt, daß stellenweise die Geschwindigkeiten unterhalb der Höhe der Wehrkrone sogar etwas größer

*) Siehe die Beschreibung der Versuchsanlagen in der „Zeitschrift für Bauwesen" 1910.

sind als darüber. **Mit dieser Feststellung fällt aber schon die ganze Hofmannsche Beweisführung zusammen**, da dieselbe sich auf das Vorhandensein der mittleren Zuflußgeschwindigkeit $v_0 = \frac{Q}{l \cdot h_0}$ des Oberwassers stützt, während tatsächlich die mittlere Zuflußgeschwindigkeit des Wassers $v'_0 = \frac{Q}{l \cdot [h_0 + p]}$ eingeführt werden müßte, die gewöhnlich nur einen kleinen Bruchteil der Geschwindigkeit v_0 beträgt. Für $h_0 = p$ ist schon $v'_0 = \frac{v_0}{2}$, für kleinere Ueberfallhöhen wird aber v'_0 noch wesentlich kleiner. Die kinetische Energie des Wassers ändert sich aber proportional dem Quadrat der Geschwindigkeiten des Wassers. Sie wird daher bei der Hofmannschen Annahme für $h_0 = p$ schon 4 mal, für $h_0 = \frac{1}{5}\, p$ aber 36 mal so groß eingeführt, als sie tatsächlich ist.

Alle Berechnungen, die sich auf eine so unrichtige Grundlage stützen, müssen natürlich zu Trugschlüssen führen. Selbst wenn bei rauhen Bettwandungen die Geschwindigkeiten sich etwas ungleich im Querschnitt verteilen, ändert sich das Ergebnis dieser Untersuchung nur wenig.

2. Die weitere von Hofmann aufgestellte Behauptung, daß $v_0 = \frac{Q}{l \cdot h_0}$ nie größer werden könne als die Geschwindigkeit v des ungestauten Wassers, ist schon aus dem Grunde unwahrscheinlich, weil $v = \frac{87 \cdot R \cdot \sqrt{J}}{\sqrt{R} + 0{,}46}$ von dem Oberflächengefälle J, das bei gleichförmiger Bewegung des Wassers dem Sohlengefälle gleich ist, abhängt und daher bei einem genügend schwachen Rinnengefälle einen fast beliebig kleinen Wert annehmen kann, während $v_0 = \frac{Q}{l \cdot h_0}$ von J unabhängig ist. Man braucht nur ein Beispiel für ein schwaches Rinnengefälle J durchzurechnen, um sich davon zu überzeugen, daß v_0 sehr wohl größer als v werden kann. So wird in einer im Querschnitt rechteckigen Rinne für $l = 1^m$, $p = 1^m$, $t = 1^m$ und $J = 1:900$ die Geschwindigkeit v_0 rund gleich $1{,}5 \cdot v$ und für $J = 1:8100$ sogar gleich $3 \cdot v$. Da v_0 demnach selbst um ein Mehrfaches so groß zu werden vermag als v, kann die Hofmannsche Theorie unmöglich richtig sein. Hofmann hat dies, wie aus seiner neuesten Veröffentlichung in der „Weißen Kohle" *) hervorgeht, auch selbst bemerkt. Er schreibt dort, daß es nicht gut zu erklären sei, warum unter gewissen Voraussetzungen v_0 größer als v werde. Tatsächlich erklärt sich das aber sehr einfach aus dem Umstand, daß die von Hofmann angenommene Zuflußgeschwindigkeit die wirklich vorhandene, wie gezeigt wurde, ganz erheblich, meist sogar um ein Mehrfaches, übertrifft. Die wirkliche Zuflußgeschwindigkeit v'_0 des gestauten Wassers oberhalb der Senkungskurve kann natürlich nicht größer als die Geschwindigkeit v des ungestauten Wassers werden.

3. Bei seinem Vorschlag für die Ableitung einer Gleichung zur Berechnung der Ueberfälle geht Hofmann von der Druckhöhe aus, die erforderlich ist, um die von ihm angenommene Zuflußgeschwindigkeit des Wassers $v_0 = \frac{Q}{l \cdot h_0}$ auf die gleichmäßig verteilt angenommene Geschwindigkeit des Wassers im lotrechten Schnitt durch die Wehrschneide $v_1 = \frac{Q}{l \cdot 0{,}85 \cdot h_0}$ zu bringen. Wie schon nachgewiesen wurde, hätte aber von $v'_0 = \frac{Q}{l \cdot (h_0 + p)}$ ausgegangen werden müssen, so daß die erforderliche Druckhöhe tatsächlich eine erheblich, und zwar um ein Mehrfaches, größere sein muß, als sie Hofmann seiner Berechnung zugrunde legt. Auch durch die Einführung einer mittleren Geschwindigkeit des Wassers im lotrechten Schnitt durch die Wehrschneide wird die Rechnung ungenau, da die Geschwindigkeiten in diesem Schnitt vom Wasserspiegel bis zur Wehrschneide hin stark anwachsen. Die zur Erhöhung der von Hofmann **angenommenen** Wassergeschwindigkeit v_0 auf die mittlere Ueberfallgeschwindigkeit v_1 erforderliche Druckhöhe beträgt, da $v_0 = 0{,}85 \cdot v_1$ ist:

$$\Delta h_0 = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2g} = (1 - 0{,}85^2) \cdot \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = \mathbf{0{,}2775}\, \frac{v_1^2}{2 \cdot g}.$$

Zur Erzeugung von v_1 aber aus der **wirklichen** mittleren Zuflußgeschwindigkeit v'_0 ist dagegen erforderlich:

$$\Delta h'_0 = \frac{v_1^2 - v_0'^2}{2g} = \left\{1 - \left(\frac{0{,}85 \cdot h_0}{h_0 + p}\right)^2\right\} \cdot \frac{v_1^2}{2 \cdot g}.$$

Für $p = h_0$ wird: $\Delta h'_0 = \mathbf{0{,}8194}\, \frac{v_1^2}{2 \cdot g}$, und bei steigender Wehrhöhe nähert sich $\Delta h'_0$ allmählich dem Grenzwert: $\Delta h'_0 = \mathbf{1{,}000}\, \frac{v_1^2}{2 \cdot g}$, der aber erst für $p = \infty$ wirklich erreicht werden würde. Da bei Meßwehren h_0 nicht größer als p sein darf, ist demnach $\Delta h'_0$ in allen Fällen **2,95** bis **3,6** mal so groß als Δh_0. Die Hofmannsche Annahme, daß das Oberwasser unter der Wehrkrone stillsteht, führt demnach zur Berechnung viel zu kleiner Werte für die zur Erzielung der Massenbeschleunigung erforderlichen Druckhöhen. Als wirksame Druckhöhe müßte, wenn das Unterwasser um rund 0,15 h_0 unter dem Oberwasserspiegel stehen würde, wenn demnach der Strahl unter Wasser ausfließen würde, nach der gebräuchlichen Annahme für den ganzen Abflußquerschnitt das Oberflächengefälle von rund 0,15 h_0 eingeführt werden. Da aber der Strahl bei einem Ueberfallwehr nicht unter Wasser, sondern in die freie Luft austritt, ist die wirksame Druckhöhe nur am oberen Rand des Strahles gleich 0,15 h_0 zu setzen. Im Inneren des Strahles nimmt die wirksame Druckhöhe nach unten hin allmählich zu, weil hier — an Stelle des vollen Gegendruckes des Unterwassers — bei dem tatsächlich erfolgenden Austritt in die Luft nur ein wesentlich geringerer Gegendruck auftritt. Versuche haben ergeben, daß für den ganzen Strahlquerschnitt mit einer wirksamen Druckhöhe gerechnet werden kann, die etwa dem 1,7fachen der Strahlsenkung bis zum lotrechten Schnitt durch die Wehrschneide entspricht, also in runden Zahlen etwa mit $1{,}7 \cdot 0{,}15\, h_0 = 0{,}255\, h_0$. Es ist das allerdings nur ein ganz roher Mittelwert. In Wirklichkeit ist dieser Wert nicht konstant, schon aus dem Grunde nicht, weil die Strahlsenkung selbst nicht konstant gleich 0,15 h_0 ist, sondern von der Zuflußgeschwindigkeit, d. h. von der Wehrhöhe abhängt.

Bei Einführung der von Hofmann angegebenen Zuflußgeschwindigkeit $v_0 = \frac{Q}{l \cdot h_0}$ an Stelle des richtigen $v'_0 = \frac{Q}{l\,(h_0 + p)}$ muß die auf diese Weise festgestellte wirksame Druckhöhe von 0,255 h_0 nun aber 2,95 bis 3,6 mal zu groß sein. Da Hofmann bei Einführung des Oberflächengefälles als wirksame Druckhöhe daher zu keinem brauchbaren Ergebnis gelangen konnte, glaubte er sich zu dem Schlusse berechtigt, daß nicht das Oberflächengefälle, sondern die Schwerpunktsenkung als wirksame Druckhöhe einzuführen sei. Denn die Schwerpunktsenkung berechnet sich nach den — allerdings nach den früheren Ausführungen nicht richtigen — Hofmannschen Annahmen, daß das Oberwasser unter der Wehrkrone stillsteht, das fließende Wasser demnach nach unten durch eine wagerechte Ebene begrenzt wird, und daß ferner die Geschwindigkeit in lotrechten

*) „Weiße Kohle" 1912, S. 386.

Querschnitten die gleiche ist, nur zur Hälfte der Oberflächensenkung*).

Bei Einführung der von ihm angenommenen Schwerpunktsenkung als wirksame Druckhöhe läßt Hofmann demnach auch die Vergrößerung der wirksamen Druckhöhe nach dem unteren Teil des Strahles hin unberücksichtigt, so daß er zu dem Wert $\frac{0{,}15\, h_0}{2} = 0{,}075\, h_0$ für die wirksame Druckhöhe kommt. Da Hofmann durch die unrichtige Einführung der Zuflußgeschwindigkeit eine zur Massenbeschleunigung **erforderliche** Druckhöhe berechnete, die **2,95** bis **3,6** mal zu klein ist, er dann aber durch die Einführung der Schwerpunkts- an Stelle der Oberflächen-Senkung auch die wirksame Druckhöhe um das $\frac{2{,}75}{0{,}75}$ oder das **3,4fache** zu niedrig ansetzt, muß er natürlich zu einem näherungsweise richtigen Rechnungsergebnis gelangen, das für ein bestimmtes Verhältnis $h_0 : p$ sogar zu einem genau richtigen wird. Denn es heben sich die beiden gemachten Fehler, wie aus der Größe der genannten Zahlenwerte hervorgeht, zum weitaus größten Teil, in gewissen Fällen auch vollständig auf. Um die in dieser Weise abgeleitete Gleichung noch besser mit meinen Beobachtungen in Einklang zu bringen, führte Hofmann dann noch einen Beiwert $\mu = 1{,}05$ ein, an dessen Stelle er später $\mu_1 = \frac{g}{g - v_1 + v_0}$ setzte.

Aber auch durch diese Beiwerte kann Hofmann immer nur für ein bestimmtes Verhältnis der Ueberfallhöhe zur Wehrhöhe ein wirklich genaues Ergebnis erzielen, wenn er, wie er es tut, für die Strahlsenkung bis zur Wehrschneide den Wert $0{,}15\, h_0$ einführt**). Denn es ist z. B. für $l = 1^m$ bei $h_0 = 0{,}2^m$ und $p = 1{,}5^m$ die Wassermenge $Q = 0{,}164$ cbm/Sek.; bei $h_0 = 0{,}2^m$ und $p = 0{,}2^m$ aber ist $Q = 0{,}182$ cbm/Sek. Die Hofmannsche Gleichung liefert dagegen für beide Fälle **den gleichen Wert**, und zwar 0,174 cbm/Sek., der in einem Fall um reichlich 6 % zu groß, im anderen aber um 4,4 % zu klein ist. Zwischen den beiden genannten Wehrhöhen muß natürlich auch eine Wehrhöhe vorhanden sein, bei welcher der Wert der Hofmannschen Formel richtig ist. Auch für jede andere Ueberfallhöhe erhält man für eine bestimmte Wehrhöhe einen richtigen Wert. Es lassen sich daher beliebig viele Beispiele auffinden, bei denen die Hofmannsche Gleichung in jedem gewünschten Grad der Annäherung stimmt. Für die allgemeine Brauchbarkeit der Formel besagt das aber nichts.

Ueber Formeln, die nur eine Annäherung auf 4 bis 6 % ergeben, sind wir heute bei den Abflußgleichungen bei scharfkantigen Wehren längst hinaus. Um so wenig genaue Werte zu erhalten, dazu genügt auch schon ein konstanter μ_0-Wert von etwa 0,645 in der Dubuatschen Gleichung, wobei sich die Wassermenge Q einfach zu $1{,}9 \cdot l \cdot h_0^{3/2}$ ergibt. Für Wassermessungen brauchen wir aber Formeln von einer Genauigkeit auf 0,5 bis 1 %. Eine solche Formel ist aber ohne Berücksichtigung der Zuflußgeschwindigkeit oder eines von ihr abhängigen veränderlichen Wertes undenkbar. Das haben die zahlreichen ausgeführten Untersuchungen zur Genüge gezeigt.

An und für sich wäre es ja meines Erachtens, da die Strahlsenkung von der Größe der Zuflußgeschwindigkeit abhängen muß, natürlich möglich, den Einfluß der Zuflußgeschwindigkeit wenigstens annähernd durch die Senkung der oberen Begrenzung des Strahles bis zum lotrechten Schnitt durch die Wehrkrone zum Ausdruck zu bringen. Es müßte dann aber die Strahlsenkung nicht einfach proportional der Ueberfallhöhe gleich $0{,}15 \cdot h_0$ angenommen werden, wie es Hofmann getan hat*), sondern es wäre erforderlich, diesen Wert für jede Wassermessung besonders zu bestimmen. Das heißt aber nichts anderes, als daß an Stelle der bei den gebräuchlichen Formeln erforderlichen Bestimmung **einer einzigen** veränderlichen Größe — nämlich h_0 — für jede Wassermessung die Bestimmung von zwei Größen treten würde, nämlich die von h_0 und von Δh_0. Dadurch würde aber das ganze Meßverfahren bedeutend erschwert werden, so daß eine solche Formel keine Aussicht auf Verwendung haben würde, zumal die richtige Bestimmung von Δh_0 eine viel schwierigere ist als diejenige von h_0. Denn es ist nicht nur die Wasserspiegellage bei dem starken Gefälle des Wasserspiegels an der Meßstelle von etwa 1:5 sehr genau lotrecht über der Wehrschneide einzumessen, sondern es müßte auch die Messung der Senkung selbst mit einem großen Grad von Genauigkeit erfolgen, da die größten Schwankungen des Wasserspiegels über der Wehrschneide überhaupt nur etwa $^1/_{40} \cdot h_0$ betragen, so daß kleine Bruchteile dieser an und für sich schon geringen Schwankung bestimmt werden müßten, wenn auch nur ein annäherungsweise richtiges Ergebnis erzielt werden soll. Das ist aber im Freien meist unmöglich und auch in Versuchsanstalten zeitraubend und schwierig, zumal die Messung von Δh_0 bei den ständigen kleinen Schwankungen des Wasserspiegels, um zuverlässig zu sein, gleichzeitig mit der Bestimmung von h_0 erfolgen müßte. Dieses Verfahren wäre daher nicht nur umständlicher, sondern zweifellos auch ungenauer als das seither gebräuchliche, das nur an der ungenauen Bestimmung der μ_0-Werte krankte, sonst aber eine wohl kaum zu überbietende Einfachheit und Bequemlichkeit besitzt.

Weit bedenklicher als das Vorgehen Hofmanns bei der Ableitung seiner Ueberfallgleichung, die tatsächlich bei Einführung des Wertes $\Delta h_0 = 0{,}15\, h_0$ den Einfluß der von der Wehrhöhe abhängigen Zuflußgeschwindigkeit nicht berücksichtigt, scheinen mir aber die Schlußfolgerungen zu sein, die Hofmann aus der rein zufälligen Erzielung näherungsweise richtiger Rechnungsergebnisse bei der besprochenen Ableitung zieht, vor allem seine Theorie, **daß nicht das Oberflächengefälle, sondern die Schwerpunktsenkung als wirksame Geschwindigkeitshöhe beim ungleichförmigen Abfluß von Wasser einzuführen sei.** Für die Aufstellung einer solchen weittragenden Behauptung, welche eine der wichtigsten, allgemein anerkannten und tausendfältig durch Beobachtungen erprobten Grundlagen der Hydraulik als falsch hinstellt, hätte es wohl einer überzeugenderen Begründung bedurft, als sie Hofmann dadurch zu erbringen glaubt, daß bei der Einführung des Oberflächengefälles als wirksame Geschwindigkeitshöhe die von ihm abgeleitete Ueberfallgleichung nicht stimmen würde. Daß diese Gleichung nicht stimmen kann, erklärt sich eben einfach daraus, daß Hofmann die Zuflußgeschwindigkeit falsch eingeführt hat, wie ich früher nachgewiesen habe. Durch diese Feststellung betrachte ich es zwar als genügend bewiesen, daß die Hofmannsche Behauptung, daß der Schwerpunktsweg als die wirksame Geschwindigkeitshöhe zu betrachten sei, auf einen Trugschluß zurückzuführen ist. Um aber überzeugend zu zeigen, daß die Hofmannsche Theorie zu unhaltbaren Folgerungen führen würde, will ich noch auf das durch Abb. 3 erläuterte Beispiel hinweisen**).

*) In Wirklichkeit liegt überhaupt keine Schwerpunktsenkung, sondern eine Schwerpunkthebung vor.

**) In Wirklichkeit wurden Oberflächensenkungen zwischen $0{,}15\, h_0$ und $0{,}123\, h_0$ beobachtet.

*) In seinem Aufsatz: „Weiße Kohle", S. 386, sagt auch Hofmann, daß er nicht annehme, daß die Strahlsenkung immer gleich bleibe.

**) Der mathematische Beweis, daß nicht der Schwerpunktsweg, sondern das Oberflächengefälle die wirksame Geschwindigkeitshöhe ist, findet sich u. a. in Keck, „Vorträge über Mechanik", in der 3. Auflage bearbeitet von Hotopp, S. 320.

Das in einem lotrechten Längenschnitt dargestellte Gerinne soll durchweg die gleiche Breite besitzen. Das Wasser fließt bei A unter Druck zu und bei B ab. Es werden die Schnitte I und II betrachtet. Der Schnitt I kann zweifellos so gelegt werden, daß in ihm der Schwerpunkt

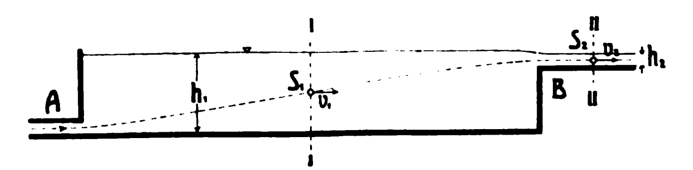


Abb. 3. *Längenschnitt durch ein Gerinne mit ungleichförmigen Wasserabfluß.*

der in der Zeiteinheit durchfließenden Wassermenge in der halben Gefäßhöhe bei S_1 liegt. Die mittlere Geschwindigkeit des Wassers ist hier $v_1 = \frac{Q}{l \cdot h_1}$. In der Ableitungsrinne liegt der Schwerpunkt des den Schnitt II durchfließenden Wassers in S_2; die Geschwindigkeit ist $v_2 = \frac{Q}{l \cdot h_2}$. Da nun aber zweifellos $v_2 > v_1$ ist, müßte eine Schwerpunktsenkung von Schnitt I nach Schnitt II auftreten, um die Massenbeschleunigung zwischen diesen Schnitten hervorzurufen, wenn die Hofmannsche Theorie zutreffend wäre. Da aber zweifellos S_2 höher liegt als S_1, ist trotz der zunehmenden Geschwindigkeit eine Schwerpunktshebung vorhanden. Aehnliche Beispiele ließen sich in beliebiger Zahl anführen. Das eine Beispiel möge aber genügen, um die Unhaltbarkeit der Hofmannschen Theorie und daher auch der auf sie gestützten Stau- und Ueberfallformeln darzutun. Diese Theorie führt zu den widersinnigsten Ergebnissen.

Die verschiedenen Veröffentlichungen Hofmanns haben m. E. wieder deutlich den Wert wasserbaulicher Versuchsanstalten erwiesen. Denn wenn Hofmann auch nur ein einziges Mal den Abfluß von Wasser bei Wehren in einer Versuchsanstalt durch Glasscheiben hindurch beobachtet haben würde, hätte er gesehen, daß das Oberwasser eines Wehres unter der Höhe der Wehrkrone nicht stillsteht, sondern lebhaft am Abflußvorgang teilnimmt, und daß bei dem Zufluß des Wassers zur Wehrschneide gleichzeitig die Wassergeschwindigkeit zunimmt und der Schwerpunkt des fließenden Wassers sich hebt. Diese Beobachtungen würden ihn aber zweifellos abgehalten haben, die besprochenen Behauptungen aufzustellen und in der Fachpresse zu verbreiten, die in vollem Gegensatz zu den tatsächlichen Vorgängen in der Natur stehen.

Zur Bemessung doppeltbewehrter Eisenbetonplatten und Eisenbetonbalken.

Von Regierungsbaumeister Schack (Leipzig).

Wird bei doppeltbewehrten Eisenbetonplatten oder Eisenbetonbalken bei gegebenem Bewehrungsverhältnis und bei gegebenen Spannungen die Platten- oder Balkenstärke gesucht, so ist man eigentlich genötigt, eine recht umständliche kubische Gleichung aufzulösen. Wenn nun auch die zahlenmäßige Auflösung solcher Gleichungen durch Versuchsrechnung besonders mit dem Rechenschieber rasch und genügend genau gelingt, so bleibt doch der erforderliche Gesamtarbeitsaufwand, die einfachsten Fälle ausgenommen, so groß, daß ein derartiges Verfahren in der breiten Praxis keine Aufnahme findet, zumal wenn kein ausgesprochenes Anwendungsbedürfnis vorliegt. Man begnügt sich dann eben mit Näherungsverfahren und erforderlichenfalls noch mit dem Nachweis, daß die rechnungsmäßigen Spannungen innerhalb der zulässigen Grenzen bleiben. Die Willkür, die hierin liegt, kann aber natürlich keine Befriedigung gewähren. Auch ist der Eisenaufwand zu groß, wenn die zulässigen Spannungen nicht erfüllt werden. Es soll daher im folgenden ein Verfahren entwickelt werden, das mit dem Vorzug der mathematischen Genauigkeit auch den der größtmöglichsten Einfachheit verbinden dürfte. Ich meine die Zurückführung der Bemessung doppeltbewehrter Platten und Balken auf die für die einfache Bewehrung geltenden Grundgleichungen. Diese Zurückführung gelingt ohne weiteres vollkommen, wenn man die den Beiwerten r und t der ministeriellen Bestimmungen entsprechenden Beiwerte r_1 und t_1 der doppelten Bewehrung bei im übrigen unveränderten Werten M und b durch r und t, durch das Verhältnis der Druck- zur Zugeisenfläche $\frac{f'}{f} = v$*), durch das Verhältnis der Druckdeckschichtstärke zur statischen Höhe

$$\frac{a'}{h-a} = \frac{a'}{h_1} = p$$

und durch die gegebenen (zulässigen) Spannungen ausdrückt, wobei sich σ auf f und σ' auf f' beziehen möge. Hierbei kommt uns die innerhalb engerer Grenzen der Werte p geringe Veränderlichkeit der Werte r_1 und t_1 zustatten. Wir rechnen daher einfach die p zu den unveränderlichen (und gegebenen) Größen und kümmern uns, wie gesagt, nicht weiter um ihren geringfügigen Fehlereinfluß auf r_1 und t_1.

Aus der Momentengleichung

$$M = \left\{\frac{bx}{2}\left(h_1 - \frac{x}{3}\right) + nf' \frac{x-a'}{x}(h_1 - a')\right\}\sigma_b$$

entsteht mit $f' = vf$ und mit $x = \frac{n\sigma_b}{n\sigma_b + \sigma} h_1 = sh_1$

$$M = \left\{\frac{bsh_1^2}{2}\left(1 - \frac{s}{3}\right) + nvf \frac{sh_1 - a'}{sh_1}(h_1 - a')\right\}\sigma_b.$$

Das Gleichgewicht der inneren Kräfte erfordert außerdem, daß $\sigma_b \frac{x}{2} b + f'\sigma' = f\sigma$ sei. Führt man auch hierin $f' = vf$ und $x = sh_1$ ein, so folgt mit $\sigma' = \frac{n\sigma_b}{x}(x - a')$ und mit $\sigma = \frac{n\sigma_b}{x}(h_1 - x)$

$$\sigma_b \frac{sh_1}{2} b = f\sigma - vf \frac{n\sigma_b}{sh_1}(sh_1 - a'),\text{ woraus}$$

$$f = \frac{\frac{bsh_1}{2}\sigma_b}{\sigma - \frac{vn\sigma_b}{sh_1}(sh_1 - a')} = \frac{bs^2h_1^2\sigma_b}{2\{\sigma sh_1 - vn\sigma_b(sh_1 - a')\}} =$$

$$= \frac{h_1^2bs^2}{2\{nh_1(1-s) - vn(sh - a')\}} = \frac{h_1^2bs^2}{2n[h_1\{1 - s(1+v)\} + va']}.$$

Die Momentengleichung geht hiermit über in

$$M = \left\{\frac{bsh_1^2}{2}\left(1 - \frac{s}{3}\right) + nv \frac{h_1bs(sh_1 - a')(h_1 - a')}{2n[h_1\{1 - s(1+v)\} + va']}\right\}\sigma_b.$$

*) Die Bezeichnungen sind durchweg die der ministeriellen Bestimmungen, nur sind in der Entwickelung alle entbehrlichen Zeiger weggelassen. Die Druckdeckschichtstärke wurde jedoch unterschiedlich von der Zugdeckschichtstärke mit a' bezeichnet.

Führt man noch $r^2 = \dfrac{2}{s\sigma_b\left(1 - \dfrac{s}{3}\right)}$ ein (vgl. die ministeriellen Bestimmungen), so erhält man

$$M = h_1^2 \frac{b}{r^2} + \frac{h_1 v b s \sigma_b (s h_1 - a')(h_1 - a')}{2\left[h_1 \{1 - s(1+v)\} + v a'\right]}$$

$$= h_1^2 \frac{b}{r^2} + \frac{h_1^2 v b s \sigma_b \left(s - \dfrac{a'}{h_1}\right)\left(1 - \dfrac{a'}{h_1}\right)}{2\left[1 - s(1+v) + v\dfrac{a'}{h_1}\right]}$$

$$= h_1^2 b \left[\frac{1}{r^2} + \frac{v s \sigma_b (s-p)(1-p)}{2\{1 - s(1+v) + vp\}}\right].$$

Wird nun dieser Ausdruck gleich $h_1^2 \dfrac{b}{r_1^2}$ gesetzt, so folgt

$$r_1^2 = \frac{1}{\dfrac{1}{r^2} + \dfrac{v s \sigma_b (s-p)(1-p)}{2\{1 - s(1+v) + vp\}}} \quad \text{oder}$$

$$r_1 = \frac{r}{\sqrt{1 + \dfrac{r^2 v s \sigma_b (s-p)(1-p)}{2\{1 - s - v(s-p\}}}}.$$

Aus obiger Gleichung für f folgt ähnlich nach einigen Umschreibungen

$$t_1 = \frac{r_1 s^2}{2n\{1 - s - v(s-p)\}} =$$

$$= \frac{r s^2}{n\sqrt{2\{1-s-v(s-p)\}\{2(1-s)+v(s-p)(r^2 s\sigma_b(1-p)-2)\}}},$$

so daß wir wie bei einfacher Bewehrung schreiben können

$$h_1 = r_1 \sqrt{\frac{M}{b}},\; f = t_1 \sqrt{\frac{M}{b}}\, b.$$

Für $v = 0$ entsprechend $f' = 0$ gehen diese Gleichungen über in $h_1 = r\sqrt{\dfrac{M}{b}}$ und

$$f = \frac{r s^2}{2n(1-s)} \sqrt{\frac{M}{b}}\, b = h_1 \sqrt{\frac{b}{M}} \frac{s^2}{2n(1-s)} \sqrt{\frac{M}{b}}\, b =$$

$$= \frac{h_1 s^2 b}{2n(1-s)} = \frac{1}{r\sigma_e\left(1 - \dfrac{s}{3}\right)} \sqrt{\frac{M}{b}}\, b = t\sqrt{\frac{M}{b}}\, b.$$

Die Entwickelung der Momentengleichung nach h_1 aber führt auf die eingangs erwähnte kubische Gleichung, die natürlich nach wie vor gleichsam das missing link zur unmittelbaren Berechnung von h_1 bleibt, weshalb sie hier mit aufgeführt werden soll:

$$h_1^3 + h_1^2 \frac{v a'\{2 - r^2 s\sigma_b(1+s)\}}{2\{1 - s(1+v) + r^2 v s^2 \sigma_b\}} +$$

$$+ h_1 \frac{r^2\left[v b s \sigma_b a'^2 - 2M\{1 - s(1+v)\}\right]}{b\left[2\{1 - s(1+v)\} + r^2 v s^2 \sigma_b\right]} -$$

$$- \frac{2 M r^2 v a'}{b\left[2\{1 - s(1+v)\} + r^2 v s^2 \sigma_b\right]} = 0.$$

Wir schreiben sie kurz $h_1^3 + A h_1^2 + B h_1 + C = 0$.

Hat man dann einen Näherungswert von h_1 etwa nach der Grundgleichung $h_1 = r\sqrt{\dfrac{M}{b}}$ ermittelt, so folgt ein genauerer aus $h_1 = \sqrt[3]{-A h_1^2 - B h_1 - C}$*) oder kürzer aus

$$h_1 = \sqrt{\frac{M}{b\left[\dfrac{1}{r^2} + \dfrac{v s \sigma_b (s-p)(1-p)}{2\{1 - s - v(s-p)\}}\right]}},$$

wenn hierin der Näherungswert $p = \dfrac{a'}{h_1}$ eingeführt wird usw. Ein Zahlenbeispiel möge dies zeigen.

Sei $M = 620\,000$ kgcm, $b = 20$ cm, $\sigma_b = 40$ kg/cm², $\sigma_e = 1000$ kg/cm² $(= \sigma)$, $v = \dfrac{f'}{f} = 0{,}5$, $s = \dfrac{n\sigma_b}{n\sigma_b + \sigma_e} = 0{,}375$, $r = 0{,}390$, so folgt zunächst näherungsweise unter Vernachlässigung der Druckbewehrung

$$h_1 = r\sqrt{\frac{M}{b}} = 0{,}39\sqrt{\frac{620\,000}{20}} = \text{rd. } 69 \text{ cm}.$$

Wird jetzt der Schwerlinienabstand der Druckeisen von der Druckkante zu rd. 3 cm angenommen, so hat man $p = \dfrac{3}{69} = 0{,}04$. Da nun $h_1 = 69$ cm etwas zu groß ist, so wollen wir gleich mit dem wahrscheinlich genaueren Werte $p = 0{,}05$ weiter rechnen. Wir erhalten dann

$$h_1 = \sqrt{\frac{620\,000}{20\left[\dfrac{1}{0{,}39^2} + \dfrac{0{,}5 \cdot 0{,}375 \cdot 40\,(0{,}375 - 0{,}05)(1 - 0{,}05)}{2\{1 - 0{,}375 - 0{,}5\,(0{,}375 - 0{,}05)\}}\right]}}$$

$$= \sqrt{\frac{620\,000}{20\left[6{,}58 + \dfrac{0{,}5 \cdot 0{,}375 \cdot 40 \cdot 0{,}325 \cdot 0{,}95}{2 \cdot 0{,}4625}\right]}}$$

$$= \sqrt{\frac{620\,000}{20\,[6{,}58 + 2{,}50]}} = \sqrt{\frac{620\,000}{20 \cdot 9{,}08}} = 58{,}5 \text{ cm}.$$

Es ist nunmehr in der Tat $p = \dfrac{3}{58{,}5} = 0{,}05$, so daß sich eine abermalige Wiederholung der Rechnung und ein Eingehen auf die umständliche kubische Gleichung überhaupt erübrigt. Die Eisenflächen ergeben sich schließlich unter Benutzung der bereits gefundenen Zahlen aus

$f = \dfrac{h_1 b s^2}{2n\,[1 - s - v\,(s-p)]}$ und aus $f' = vf$ zu

$f = \dfrac{58{,}5 \cdot 20 \cdot 0{,}375^2}{2 \cdot 15 \cdot 0{,}4625} = 11{,}9$ cm² und zu $f' = 0{,}5 \cdot 11{,}9 = 6$ cm². Dem entsprechen fast genau 6 und 3 Rundeisen von 16 mm Durchmesser, so daß sich die Proberechnung gestaltet wie folgt:

$$x = s h_1 = 0{,}375 \cdot 58{,}5 = 22 \text{ cm},$$

$$\sigma_b = \frac{6 M x}{b x^2 (3 h_1 - x) + 6 n f' (x - a')(h_1 - a')} =$$

$$= \frac{6 \cdot 620\,000 \cdot 22}{20 \cdot 22^2 (3 \cdot 58{,}5 - 22) + 6 \cdot 15 \cdot 6\,(22 - 3)(58{,}5 - 3)},$$

$$= \frac{6 \cdot 620\,000 \cdot 22}{20 \cdot 22^2 \cdot 154 + 6 \cdot 15 \cdot 6 \cdot 19 \cdot 55{,}5} =$$

$$= \frac{82\,000\,000}{1\,490\,000 + 570\,000} = \frac{8200}{206} = 39{,}8 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\sigma = \frac{n\sigma_b (h_1 - x)}{x} = \frac{39{,}8 \cdot 15\,(58{,}5 - 22)}{22} =$$

$$= \frac{15 \cdot 39{,}8 \cdot 36{,}5}{22} = 990 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\sigma' = \frac{n\sigma_b (x - a')}{x} = \frac{15 \cdot 39{,}8\,(22 - 3)}{22} =$$

$$= \frac{15 \cdot 39{,}8 \cdot 19}{22} = 515 \text{ kg/cm}^2,$$

$$f' = \frac{f\sigma - \dfrac{b x}{2}\sigma_b}{\sigma'} = \frac{12 \cdot 990 - 10 \cdot 22 \cdot 39{,}8}{515} =$$

$$= \frac{11\,900 - 8760}{515} = \frac{3140}{515} = 6{,}1 \text{ cm}^2.$$

*) Dieses einfache Verfahren zur zahlenmäßigen Auflösung höherer Gleichungen führt rasch zu dem gewünschten Genauigkeitsgrad, wenn man bereits zwei Näherungswerte hat, zwischen denen eine Wurzel liegt, und dann aus den neuen Näherungswerten das arithmetische Mittel nimmt usf.

Der Genauigkeitsgrad des gewöhnlichen Rechenschiebers genügt hierbei vollkommen, zumal da die Konstruktion doch nie ganz genau der Rechnung angepaßt und bei Ausführungen nicht auf den Millimeter genau gearbeitet werden kann.

Für bestimmte Spannungsverhältnisse $\frac{\sigma_b}{\sigma_e}$, für eine beschränkte Anzahl häufig vorkommender Werte p und etwa für die Bewehrungsverhältnisse $v = 0{,}0$ bis $1{,}0$ von Zehntel zu Zehntel fortschreitend lassen sich nun mit Hilfe der entwickelten Formeln leicht zweistellige Zahlentafeln berechnen, die allen praktischen Anforderungen genügen. Auf diese Weise ist die nachstehende Tafel entstanden, wobei die dreistelligen Werte r der ministeriellen Bestimmungen benutzt und schließlich die Beiwerte r_1 und t_1 einfach durch r und t ersetzt wurden.

Doppeltbewehrte Balken und Platten für $\frac{\sigma_b}{\sigma_e} = \frac{40}{1000}$ und $n = 15$.

$\frac{a'}{h_1}$	$\frac{f'}{f}=0{,}0$		$\frac{f'}{f}=0{,}1$		$\frac{f'}{f}=0{,}2$		$\frac{f'}{f}=0{,}3$		$\frac{f'}{f}=0{,}4$		$\frac{f'}{f}=0{,}5$		$\frac{f'}{f}=0{,}6$		$\frac{f'}{f}=0{,}7$		$\frac{f'}{f}=0{,}8$		$\frac{f'}{f}=0{,}9$		$\frac{f'}{f}=1{,}0$	
	r	t	r	t	r	t	r	t	r	t	r	t	r	t	r	t	r	t	r	t	r	t
0,02	0,39	0,29	0,38	0,30	0,37	0,31	0,35	0,32	0,34	0,33	0,32	0,34	0,31	0,35	0,30	0,37	0,28	$0{,}3\overline{9}$	0,26	0,41	0,25	0,43
0,04	0,39	0,29	0,38	0,30	0,37	0,31	0,35	$0{,}3\overline{2}$	0,34	0,33	0,33	0,34	0,32	0,35	0,30	$0{,}3\overline{7}$	0,29	0,38	0,27	0,40	0,26	0,42
0,06	0,39	0,29	0,38	0,30	0,37	0,31	0,36	0,32	$0{,}3\overline{5}$	0,33	0,33	0,34	0,32	0,35	0,31	0,36	0,30	0,37	0,28	0,39	0,27	0,41
0,08	0,39	0,29	0,38	0,30	0,37	0,31	0,36	0,31	0,35	0,32	0,34	0,33	0,33	0,34	0,32	$0{,}3\overline{6}$	$0{,}3\overline{1}$	0,37	0,29	0,38	0,28	0,40
0,10	0,39	0,29	0,38	0,30	0,37	0,31	0,36	0,31	0,35	0,32	0,34	0,33	0,33	0,34	0,32	0,35	0,31	0,36	0,30	$0{,}3\overline{8}$	0,29	0,39
0,12	0,39	0,29	0,38	0,30	0,37	$0{,}3\overline{1}$	$0{,}3\overline{7}$	0,31	0,36	0,32	0,35	0,33	0,34	0,34	0,33	$0{,}3\overline{5}$	0,32	$0{,}3\overline{6}$	0,31	0,37	0,30	0,38
0,14	0,39	0,29	0,38	0,30	$0{,}3\overline{8}$	0,30	0,37	0,31	0,36	0,32	0,35	0,32	0,34	0,33	$0{,}3\overline{4}$	0,34	0,33	0,35	0,32	0,36	0,31	0,37
0,16	0,39	0,29	0,38	0,30	0,38	0,30	0,37	0,31	0,36	$0{,}3\overline{2}$	0,36	0,32	0,35	0,33	0,34	0,34	0,33	$0{,}3\overline{5}$	0,33	0,35	0,32	0,36
0,18	0,39	0,29	0,38	0,30	0,38	0,30	0,37	0,31	$0{,}3\overline{7}$	0,31	0,36	0,32	0,35	0,33	0,35	0,33	0,34	0,34	0,33	5,35	0,33	0,36
0,20	0,39	0,29	$0{,}3\overline{9}$	0,30	0,38	0,30	0,38	0,31	0,37	0,31	0,36	0,32	0,36	0,32	0,35	0,33	0,35	$0{,}3\overline{4}$	0,34	0,34	$0{,}3\overline{4}$	0,35

Bemerkung. Die überstrichenen Ziffern sind um nahezu 0,005 zu groß.

Die Anwendung dieser Tafel dürfte besonders für die doppelt zu bewehrenden Stützenquerschnitte durchlaufender Balken zu empfehlen sein, um hier mit möglichst geringen Balkenhöhen und mit möglichst kleinen Bewehrungsverhältnissen auszukommen, sofern nicht die zur Aufnahme der Schubspannungen erforderlich werdenden Stabaufbiegungen größere Bewehrungsverhältnisse bedingen, was in der Regel nicht der Fall ist. Auch können ja die Schubspannungen durch Bügel gedeckt werden.

Werden die Balkenbreiten und -höhen über den Stützen angenommen, wie dies in der Regel geschehen kann, so findet man die erforderlichen Eiseneinlagen mühelos, indem man zunächst die r aus $r = \frac{h_1}{\sqrt{\frac{M}{b}}}$ berechnet, um sodann nach Festlegung der p die zugehörigen t aus der Tafel entnehmen zu können. Alsdann ist einfach

$$f = t\sqrt{\frac{M}{b}}\, b,\ f' = vf.$$

Eine doppelte Bewehrung kommt übrigens in der Regel auch für die Endfelder durchgehender Deckenplatten in Frage, wenn sämtliche Felder unter möglichster Ausnutzung des Betons gleiche Stärke erhalten sollen.

Schließlich will ich nicht zu bemerken unterlassen, daß Bewehrungsverhältnisse, die größer sind als etwa 0,5, soweit Versuche vorliegen, angeblich einen zu unsicheren Wert haben, daß man aber dessenungeachtet in Praxis wohl allgemein mit v mindestens bis 1,0 geht, ungeachtet auch der Querschnittsverminderung des Betondruckgurts durch die Druckeisen, die übrigens im Elastizitätsmaß n zum Ausdruck kommt. Auch ist zu beachten, daß die Sprengwirkung der Druckeisen sowohl in lotrechter als auch in wagerechter Richtung unschädlich gemacht wird.

Kleine Mitteilungen.

Angelegenheiten des Vereins.

Versammlungsberichte.

Vereinsversammlung am 6. November 1912.

Vorsitzender: Herr Schleyer.

Schriftführer: Herr Kellner.

Anwesend: 32 Mitglieder und Gäste.

1. Neu aufgenommen werden als ordentliche Mitglieder die Herren Dipl.-Ing. F. W. Brusch, Oberingenieur in Dortmund, Bauingenieur Fuchs in Fürstenberg, Oberlehrer Scriba in Hildesheim; als außerordentliche Mitglieder die Herren Dipl.-Ing. Janssen, Regierungsbauführer Dipl.-Ing. W. Rabe, Regierungsbauführer in Hannover.

2. Unter Beziehung auf die bereits in der Verbandszeitschrift veröffentlichten Mitteilungen berichtete Herr Geheimrat Schleyer unter Hervorhebung einzelner be-

sonders wichtiger oder interessanter Punkte über den Verlauf der Abgeordnetenversammlung in München. Hochinteressant sei die Anwesenheit des seinen 80. Geburtstag feiernden bekannten Prof. Baumeister gewesen und dessen Ehrung durch die Ernennung zum Ehrenmitglied des Verbandes. Das für alle Vereine wohl wichtigste Ergebnis der Verhandlungen war der Beschluß, den Beitrag der Vereine an den Verband von 2,50 M. für jedes Mitglied auf 5 M. zu erhöhen, um ein Defizit zu beseitigen, welches hauptsächlich dadurch entstehen kann, daß die erwarteten Einnahmen nicht erzielt und die Zeitschrift in größerem Umfange als vorgesehen war, herausgegeben wurde.

Ein wesentliches Interesse fanden auch die Besprechungen über eine notwendig werdende Erhöhung der Gebührenordnung entsprechend der Zunahme der Ausgaben der Arbeitgeber durch die Angestelltenversicherung.

Die festlichen Veranstaltungen nahmen einen ganz hervorragenden und glänzenden Verlauf. Die nächste Abgeordnetenversammlung soll 1913 in Bromberg, die Wanderversammlung 1914 in Hamburg stattfinden.

3. Eine Besprechung ergab, daß allgemeine Stimmung dafür vorhanden sei, in diesem Jahre ein Winterfest mit Damen zu veranstalten, und zwar nach Vorschlag des Herrn Regierungsbaumeister Debo möglichst anfangs Januar. Der Vergnügungsausschuß wird beauftragt, bis zur nächsten Mitgliederversammlung einen Kostenvoranschlag aufzustellen.

4. Von Rackows Handelsakademie ist eine Einladung eingegangen zur Teilnahme an einem staatswissenschaftlichen Kurse gegen eine Einschreibgebühr von 5 M. für Vereinsmitglieder.

5. Hierauf erteilte der Vorsitzende Herrn Magistratsbaurat de Jonge das Wort zu seinem Vortrage über „Neuere Schulbauten“.

Neuerdings wird bei Errichtung von Schulgebäuden der Lage des Gebäudes eine besondere Bedeutung beigelegt. In Süddeutschland ist man insofern vorbildlich, als man schon bei Aufstellung der Fluchtlinienpläne die Plätze für die Schulen festlegt und den Ausbau so gestaltet, daß eine gute städtebauliche Wirkung erzielt wird. Wo, wie vielfach in Berlin, die Schule auf die Höfe größerer Baublocks verwiesen wurde, mußte auf jeden ästhetischen Effekt verzichtet werden. In den Vororten und wo große Freiflächen zur Verfügung stehen, errichtet man in den mittleren Städten häufig die Schulen nach dem Pavillonsystem. In Hannover vereinigt man dabei acht Klassen in einem Gebäude. Vorteile dieses Systems sind die Herabminderung der Baukosten, in Hannover etwa $14^1/_2 \div 15$ M. für den Kubikmeter umbauten Raum, die Verbesserung der Luft in den Schulräumen und die Möglichkeit, diese Gebäude späterhin leicht wieder entfernen zu können, um dafür eine den gesteigerten Bodenpreisen und der Bevölkerungszunahme entsprechende neue Schule zu errichten. Im Stadtinnern bei höheren Schulen, die man nicht so weit in die Vororte hinauslegen kann, ist man zu einer intensiveren Ausnutzung des Baugrundes gezwungen und errichtet daher hier meist drei- bis viergeschossige Schulen. Die Kosten für die Errichtung der Schulen sind für die Geldwirtschaft der Städte von besonderer Bedeutung, denn es werden von den Städten außerordentlich große Opfer gefordert. Eine der neuesten höheren Schulen in Hannover ist die Bismarckschule. Diese befindet sich an einem städtebaulich hervorragenden Punkte. Ein Langbau mit einem Seitenflügel schließt raumgestaltend einen großen freien Platz ein. Es stellen sich die Kosten für den Kubikmeter umbauten Raum auf 19,60 M. Die Oberrealschule am Clevertor ist nach demselben Bauprogramm wie die Bismarckschule durchgebildet, jedoch ist der Grundriß, da die Lage dieser Schule städtebaulich weniger wichtig ist, ganz anders gestaltet. Sie wird nach dem besonders im Norden, England und in Amerika neuerdings fast ausschließlich angewendeten Hallenschulsystem ausgeführt. Um eine 14 m breite und $25^1/_2$ m lange Halle, welche Ausmaße den Aulen der höheren Schulen entsprechen, gruppieren sich 24 normale Klassen und ca. 24 Spezialräume. An den Längsseiten befinden sich die einfachen Klassen, während im Vorder- und Hinterbau die Spezialräume untergebracht sind mit Rücksicht auf die hier unterzubringenden Zu- und Ableitungen und auch wegen der Möglichkeit, die Chemieräume von der Verbindung mit der Halle abzutrennen. Der Eingang erfolgt durch eine besondere Vorhalle. Drei Treppenhäuser sind gleichmäßig über die Gesamtbaufläche verteilt. Im Erdgeschoß sind alle Räume direkt von der Aula aus, im Obergeschoß von Umgängen zugänglich, welche 2 m breit in die Aula hineinragen, dabei sind die Zugänge so angeordnet, daß durch den Verkehr keine Störung des Betriebes in der Aula stattfindet. Die Aula soll in der Regel frei und dauernd zur Verfügung der Schüler sein. Auch können hier während der Pausen Freiübungen abgehalten werden.

Die Halle erhält basilikales Seitenlicht von oben. Die seitlichen Dächer werden flach ausgeführt. Der Mittelraum wird hoch heraufgeführt. Die Fenster der Einzelräume werden möglichst groß gemacht. Zur Lüftung der Halle wird an der Decke ein Kanal angebracht, welcher in einen Lüftungsschlot mündet und im Winter durch Auftrieb die Entlüftung bewirkt. Zur Unterstützung der Wirkung im Sommer wird ein Ventilator eingebaut. Garderoben mit Waschräumen werden im Keller-, Erd- und Obergeschoß zunächst versuchsweise so ausgeführt, daß die abgelegten Kleider während des Unterrichts ohne Aufsicht bleiben.

Die Klassendecken bestehen aus Eisenbetonbalken mit Schlackenbetonauffüllung und einem Zementestrich und sind, um jede Schallübertragung zu vermeiden, oben mit 3,6 mm starkem Linoleum abgedeckt, und nach unten mit einer Rabitzdecke abgeschlossen, welche sich in einem geringen Abstande von den Betonbalken befindet, so daß hier noch eine sehr wirksame Luftisolierschicht entsteht. Die Umgänge werden mit Korklinoleum belegt. Die Treppen sind in Eisen mit aufgeschraubtem Holzbelag versehen.

Um dem ganzen Bau auch äußerlich eine seiner Bestimmung entsprechende Bedeutung zu geben, sind für die Außenarchitektur große Formen gewählt. Das Gebäude wird mit Muschelkalk geputzt und die Oberfläche desselben so behandelt, daß die Kalksteinteile freigelegt werden.

Die Kosten für den Kubikmeter umbauten Raum betragen für die Schule am Clevertor 16,90 M., so daß hier gegenüber den Kosten der Bismarckschule eine Ersparnis von $16 \div 17\,\%$ bei gleichem Bauprogramm erzielt wird.

Der Vorsitzende, Herr Geheimrat Schleyer, dankte Herrn Baurat de Jonge verbindlichst für seine Ausführungen. Der Versuch, das Hallensystem einzuführen, bedeute im Schulhausbau einen großen Schritt vorwärts, da dieses System trotz einer bedeutenden Kostenverminderung alles erfülle, was man für eine Schule fordern müsse.

Vereinsversammlung am 4. Dezember 1912.

Vorsitzender: Herr Michel. Schriftführer: Herr Becker.

Anwesend: 26 Mitglieder und Gäste.

Als ordentliche Mitglieder werden aufgenommen die Herren Oberbauinspektor A. Hofmann, Dipl.-Ing. Elwitz, Dr.-Ing. H. Marcus, Professor Ramisch, Regierungsbaumeister a. D. Rümelin, Dipl.-Ing. Theidel, Dipl.-Ing. Vlachos, Geh. Baurat Wilcke.

Herr Funk erstattet den Bericht über die Prüfung der Jahresrechnung 1911. Die Versammlung erteilt dem

Herrn Kassenführer Entlastung. Der Herr Vorsitzende spricht der Kommission für die Prüfung der Rechnung und insbesondere dem Kassenführer Herrn Nessenius den Dank für ihre Mühewaltung aus.

In den Ausschuß zur Vorbereitung der Vorstandswahl für 1913 werden gewählt die Herren Barkhausen, Dolezalek, Muttray, Promnitz und Taaks.

Herr Professor Otzen hielt einen Vortrag über „Modernen Brückenbau" mit Lichtbildern.

Begriff: Modern ist Individualisierung nach der Zweckbestimmung in Konstruktion und Form.

(Materie des Vortrags nach Spannweite, Breite, statischer Berechnung, Material, Ausführungsweise gegliedert.)

I. Spannweite.

Holzbrücken. Größte Spannweite Sprengwerk von 119 m. Neuerdings wieder Versuche mit hölzernen Konstruktionen aufgenommen.

Massive Brücken. Größte Spannweite 90 m (Brücke in Plauen). Im Eisenbeton größte Weite 100 m (Brücke in Rom).

Eiserne Brücken. Größte im Jahre 1915 fertigzustellende Konstruktion 546 m (Kragbrücke in Quebec). Große Spannweite auch über den Firth of Forth und East River (zwei Brücken).

II. Breite.

Neuerlicher Grundsatz: Größtmögliche Breite, um den Verkehr zu bewältigen.

III. Statische Verhältnisse.

Früher Häufung von Fachwerksgliedern — Gitter — vielfach statisch unbestimmt. Heute klare statisch bestimmte Konstruktion (äußerste Konsequenz System Vierendeel: Ecken versteift, kein eigentlicher Dreiecksverband mehr). (Gelenkigkeit zugunsten der Steifigkeit aufgegeben.)

Die Bemühung, in dem massiven Gewölbe die Stützlinie so zu führen, daß keine Zugspannung auftritt, führt zur Eisenbetonkonstruktion.

Ganz neuerdings kommt allerdings auch neben dem Bemühen um äußerste statische Konsequenz auch das allgemeine statische Gefühl als Maßstab in Anwendung.

Auf die Gewähr der Knickfestigkeit der einzelnen Stäbe wird besonderer Wert gelegt, insbesondere seit dem Einsturz in Quebec. Daher großer kreisförmiger Querschnitt bei der neuen Forthbrücke.

Bei massiven Brücken schließt die statische Ermittelung natürlich die altertümlichen Formen aus; letztere aus ästhetischen Rücksichten jedoch nie ganz verlassend. Aeußerste Konsequenz in statischer Beziehung zeigt die Tiberbrücke (Eisenbeton) in Rom bei 100 m Spannweite und nur 20 cm Scheitelstärke und eine im Scheitel überhaupt offene Brücke in Elbing.

IV. Material.

Holz. Die alten Konstruktionen finden insbesondere bei Lehrgerüsten wieder Anwendung (auch Holztürme zur Montage).

Die eigentliche Holzkonstruktion jedoch durch die weitgehende Kombination mit Eisen verlassen. Das Zimmermannsprinzip wird sogar zugunsten einer gewissen tischlerartigen Konstruktion verlassen. (Hetzerscher Bogen.)

Massiv. Betonkonstruktion wird auch deshalb modern, da auch nichtgeübte Handwerker sie ausführen können. Beton wird sogar ähnlich den Eisenkonstruktionen als Bogen über der Fahrbahn verwandt.

Eisen. Die breiten häßlichen Flacheisenbänder verschwinden. Prinzip, auch die Einzelprofile und Formen konsequenter zu gestalten. (Aeußerste Konsequenz hierin zeigt der Vierendeelträger.)

V. Herstellungsweise.

Fortschritt gegen früher, daß die Detailkonstruktionen auf der Baustelle selbst montiert werden können. Hilfsmittel: verbesserte Werkzeugmaschinen, Preßluftnietung, Sauerstoffschneidemaschinen. Geniale Ausbildung von Lehrgerüsten.

Der Eisenbahnverkehr bedingt äußerste Schnelligkeit und raffiniertes Montieren.

Auch die großen Höhen und Forderung von Materialersparnis führen zu kühner Montierung gleich freies Vorkragen (Müngsten).

Schlußbetrachtung.

Gesteigerter Fortschritt führt aber auch zu unerfreulichen wirtschaftlichen Nebenerscheinungen: Konkurrenzschäden (nutzlose Entwurfsarbeiten), ferner Gefahr der Trustbildung im Unternehmertum.

Allgemein ist die Forderung zu erheben, daß die akademische wissenschaftliche Ausbildung die praktische gewerbliche Seite nicht vernachlässigt.

Vereinsversammlung am 18. Dezember 1912.
Vorsitzender: Herr Schleyer.
Schriftführer: Herr Kellner.
Anwesend: 36 Mitglieder und Gäste.

1. Als ordentliche Mitglieder werden in den Verein neu aufgenommen die Herren Geh. Oberbaurat Engesser, Eisenbahningenieur Neumann, Dr.-Ing. Pilgrim, Ingenieur Jebens, Dipl.-Ing. Assemann, Regierungsbaumeister Fischbach, Regierungsbaumeister Schütz, Dipl.-Ing. Wilms, Architekt.

2. Es wird beschlossen, den weiteren vom Verbande geforderten Beitrag von 2,50 M. für jedes Mitglied auf die Vereinskasse zu übernehmen, so daß in Zukunft für jedes Mitglied 5 M. Beitrag an den Verband entrichtet werden. Für Mitglieder, welche zwei Verbandsvereinen angehören, soll jedoch nur der halbe Beitrag bezahlt werden. Der vom Verbande übersandte Fragebogen über Ausbildung der Architekten und Ingenieure wird an die Mitglieder verteilt. Zur weiteren Bearbeitung des eingehenden Materiales wird eine Kommission gewählt, bestehend aus den Herren Bock, Börgemann, Knoch, Michel. Herr Schleyer teilt mit, daß der Vorstand mit dem Herrn Kultusminister wegen Abgabe der Vereinsbibliothek an die Bibliothek der Technischen Hochschule in Verhandlung getreten sei.

3. Hierauf begann Herr Regierungs- und Baurat Goltermann seinen Vortrag über den „Bau und die Bedeutung der Waldecker Talsperre". Der Vortrag wird demnächst in der Zeitschrift veröffentlicht werden. Die Edertalsperre, von der zurzeit zwei Drittel ausgeführt sind, wird nach Fertigstellung ein hervorragendes Denkmal deutscher Baukunst bilden. Die Bau- und Grunderwerbskosten betragen $19^3/_4$ Millionen Mark. Zahlreiche sehr schöne Lichtbilder der Baustelle und der Umgebung des zukünftigen Edersees dienten zur Erläuterung der Ausführungen des Vortragenden, der solchen Beifall fand, daß allgemein der Wunsch ausgesprochen wurde, im Sommer eine Exkursion zur Waldecker Talsperre zu unternehmen.

Jahresbericht für 1912.

Zu Anfang des Jahres 1912 hatte der Verein
5 Ehrenmitglieder,
2 korrespondierende Mitglieder,
100 einheimische } ordentliche Mitglieder,
195 auswärtige }
14 einheimische } außerordentliche Mitglieder,
21 auswärtige }

zusammen 337 Mitglieder.

Durch den Tod verlor der Verein folgende 7 ordentliche Mitglieder:

Dannenberg, Geh. Baurat in Hannover,
Peters, Geh. Baurat in Hannover,
Unger, Baurat in Hannover,
Bergmann, Geh. Baurat in Hildesheim,
Eichhorn, Landesbaurat in Merseburg,
Hutschgau, Architekt, Osnabrück,
Lefenau, Baurat in Buxtehude.

Aus dem Verein sind im Jahre 1912 ausgetreten bzw. ausgeschlossen:

31 ordentliche und
6 außerordentliche Mitglieder.

In den Verein wurden aufgenommen:

26 ordentliche und
6 außerordentliche Mitglieder.

Ferner wurden 16 außerordentliche Mitglieder zu den ordentlichen übergeführt.

Am Schlusse des Jahres 1912 stellte sich die Gesamtzahl der Mitglieder auf 325, nämlich:

5 Ehrenmitglieder,
2 korrespondierende }
299 ordentliche } Mitglieder.
19 außerordentliche }

Von den 325 Mitgliedern wohnen:

156 in Stadt und Provinz Hannover,
110 in den übrigen preußischen Provinzen,
32 in den übrigen Staaten des Deutschen Reiches,
18 im europäischen Auslande,
9 im außereuropäischen Auslande.

Im Lesezimmer des Vereins lagen 95 technische Zeitschriften in 11 Sprachen aus, nämlich 49 in deutscher, 12 in französischer, 16 in englischer, 5 in italienischer, 3 in spanischer, 3 in russischer, 2 in dänischer, 2 in holländischer und 1 in schwedischer, norwegischer und ungarischer Sprache.

Die Bücherei des Vereins ist außerdem um etwa 300 Bände vermehrt worden.

Der Verein hielt im Jahre 1912 10 Versammlungen ab, in denen Vorträge aus dem Gebiete des Hochbaues, des Ingenieurwesens und über Gegenstände allgemeiner Bedeutung gehalten wurden.

An den Vorträgen beteiligten sich die Herren:

Baudirektor Bock über „Das neue Wasserwerk der Stadt Hannover bei Elze“.

Geheimrat Barkhausen über „Mitteilungen über Anordnung großer Tore“.

Geheimrat Schleyer: „Die Farbe im mittelalterlichen Ziegelbau mit besonderer Berücksichtigung des Klosters Chorin“.

Professor Hoyer: „Neueres aus dem Tunnelbau“.

Magistratsbaurat de Jonge über „Die Stadt- und Ausstellungshalle für die Stadt Hannover“.

Derselbe über „Neuere Schulbauten“.

Professor Robert Otzen über „Den modernen Brückenbau“.

Reg.- und Baurat Goltermann über „Bau und Bedeutung der Waldecker Talsperren“.

An Exkursionen wurden unternommen:

am 21. August Besichtigung der Stadthalle auf der Bult in Hannover,
am 7. Oktober Besichtigung des Wasserwerks der Stadt Hannover bei Elze.

Mitgliederverzeichnis.

(Am 1. Januar 1913.)

Postadresse: *An den Vorstand des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.*

Gestiftet: 1851.

Rechte der juristischen Persönlichkeit verliehen durch Reskript des vormaligen Königlich Hannoverschen Ministeriums des Innern vom 3. März 1858.

Zum Verbande deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine gehörig seit dessen Gründung im Jahre 1871.

Vorstand.

(Gewählt am 15. Januar 1913.)

1. Vorsitzender: Geh. Baurat, Prof. **Schleyer**, Alleestr. 4.
Stellvertreter des 1. Vorsitzenden: Baudirektor **Bock**, Fundstr. 1 C.
Schriftführer: Dipl.-Ing. **Kellner**, Höltystr. 8.
Stellvertreter des Schriftführers: Baurat **Becker**, Bödekerstr. 72.
Bibliothekar: Prof., Dr.-Ing. **Michel**, Militärstr. 5 A.
Ohne besonderes Amt: { Baurat **Mangelsdorf**, Eichstr. 4. / Magistratsbaurat **de Jonge**, Rumannstr. 1 A.
Kassen- und Rechnungsführer: Geheimer Baurat **Nessenius**, Scharnhorststraße 20.

Vergnügungs-Ausschuss.

Reg.-Baumeister **Debo**, Weinstr. 4.
Reg.-Baumeister, Dr.-Ing. **Meyer**, Geibelstr. 13 F.

Schriftleiter der Vereins-Zeitschrift.

Geh. Baurat, Prof. **Schleyer**, Alleestr. 4.

Ehren-Mitglieder.

1. **Forrest**, Ehren-Sekretär des Instituts der Zivil-Ingenieure, London.
2. **Launhardt**, Dr.-Ing., Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Hannover, Welfengarten 1.
3. **Wöhler**, Dr.-Ing., Geh. Reg.-Rat a. D., Hannover, Rumannstraße 19.
4. **Schroeder**, Wirkl. Geh. Rat, Dr.-Ing., Exzellenz, Berlin W, Kalckreuthstr. 3 II.
5. **Hagen, H.**, Baurat, Hannover, Marienstr 14.

Korrespondierende Mitglieder.

1. **Schmitt, E.**, Dr., Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Darmstadt.
2. **v. Willmann, L.**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Darmstadt, Martinstr. 36.

Ordentliche Mitglieder.

a. Einheimische.

1. **Aengeneyndt**, Magistratsbaurat, Berthastr. 8 p.
2. **Anders**, Dipl.-Ing., Polizeibauinspektor, Goethestr. 12.
3. **Andresen**, Dipl.-Ing., Architekt, Podbielskistr. 11.
4. **Barkhausen**, Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Oeltzenstr. 26 p.
5. **Becker, K.**, Baurat, Bödekerstr. 72.
6. **Behrens**, Stadtbaurat, Linden, Beethovenstr. 4.
7. **Bock, A.**, Baudirektor, Direktor der städtischen Kanalisation und Wasserwerke, Fundstr. 1 C III.

8. **Bokelberg, G.**, Zivil-Ingenieur, Kokenstr. 13.
9. **Bokelberg, A.**, Baurat, Heinrichstr. 39.
10. **Börgemann**, Architekt, Marienstr. 19.
11. **Bühring**, Architekt, Eichstr. 16.
12. **Damm, L.**, Dipl.-Ing., Polizeibauinspektor, Reg.-Baumeister a. D., Kirchrode, Elisabethstr. 5.
13. **Danckwerts**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Eichstr. 15.
14. **Debo**, Reg.-Baumeister, Weinstr. 4.
15. **Dempwolf**, Reg.-Baumeister, Heinrichstr. 38.
16. **Diethelm**, Dr.-Ing., Oberingenieur, Bodenstedtstr. 8.
17. **Dolezalek**, Dipl.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Kloster Wennigsen bei Hannover.
18. **Ecke, W.**, Dipl.-Ing., Podbielskistr. 13 p.
19. **Fettback**, Reg.-Baumeister, Andertensche Wiese 20.
20. **Fischbach, J.**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Grimmstr. 6.
21. **Fischer, K.**, Postbaurat a. D., Sedanstr. 4.
22. **Franck, J.**, Geh. Baurat, Landesbaurat, Bödekerstr. 8.
23. **Franke, A.**, Königl. Baurat, Fundstr. 7.
24. **Frings**, Dipl.-Ing., Architekt, Kniggestr. 7.
25. **Fröhlich**, Stadtbaurat, Linden, v. Alten-Allee.
26. **Fuhrberg**, Reg.- und Baurat, Wolfstr. 2.
27. **Funk, W.**, Baurat, Weinstr. 14.
28. **Fusch, Th.**, Architekt, Königswortherstr. 44.
29. **Geb**, Professor, Leopoldstr. 7.
30. **Goltermann**, Reg.- und Baurat, Waldhausen, Waldstr. 5a.
31. **Grastorf, R.**, Ingenieur, Lemförderstr. 12.
32. **Hecht**, Architekt, Ferdinandstr. 22 B.
33. **Heins, H.**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Seumestr. 11.
34. **Heise**, Königl. Baurat, Bödekerstr. 59.
35. **Hickfang**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Warmbüchenstr. 18 III.
36. **Hillebrand, E.**, Baurat, Haarstr. 8.
37. **Hotopp**, Dr.-Ing., Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Bödekerstr. 69.
38. **de Jonge**, Reg.-Baumeister a. D., Magistratsbaurat, Rumannstr. 1 A.
39. **Jungeblodt**, Geh. Baurat, Hohenzollernstr. 17.
40. **Kanold, P.**, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Brahmsstr. 4.
41. **Kellner, C.**, Dipl.-Ing., Ingenieur der städtischen Kanalisation und Wasserwerke, Höltystr. 8.
42. **Klecker**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Klagesmarkt 31.
43. **Kiel**, Oberbaurat, Yorkstr. 10 II.
44. **Kiepert**, Dr., Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Herrenhäuser Kirchweg 20.
45. **Kleinert**, Baurat, Meterstr. 22 III.
46. **Knoch, A.**, Geh. Baurat, Waldhausen, Heuerstr. 28.
47. **Knoch, O.**, Garnisonbauinspektor, Dietrichstr. 7.
48. **Koch**, Intendantur- und Geh. Baurat, Bödekerstr. 77 II.
49. **König**, Stadtbaupolizeiinspektor, Alte Döhrenerstr. 93.
50. **Körting**, Gasanstalts-Direktor, Waldhausen, Brunestr. 7.
51. **Kollmann**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Friesenstr. 32.
52. **Lang**, Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Herrenhäuser Kirchweg 18.
53. **Lorenz, E.**, Architekt, Georgsplatz 9.
54. **Magunna**, Landesbaurat, Ellernstr. 22.
55. **Mangelsdorff**, Baurat, Eichstr. 4.
56. **Maschke**, Reg.- und Baurat, Simsonstr. 2 (Emmerberg).
57. **Maeltzer**, Reg.- und Baurat, Bödekerstr. 27 III.
58. **Meyer**, Dr.-Ing., Reg.-Baumeister, Geibelstr. 13 F.
59. **Michel**, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Militärstraße 5 A.
60. **Michelsohn, H.**, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor, Bödekerstr. 32 I.
61. **Mohrmann**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Herrenhäuser Kirchweg 17.
62. **Mügge, K.**, Dr.-Ing., Magistratsbaurat, Schiffgraben 9.
63. **Müller, Jul.**, Architekt, Arnswaldtstr. 8.
64. **Müller-Touraine**, Landesbaumeister, Podbielskistr. 20.
65. **Muttray, W.**, Oberbaurat, Weserstrombaudirektor, Friederikenplatz 1 II.
66. **Nessenius**, Geh. Baurat, Landesbaurat, Scharnhorststr. 20.
67. **Nufsbaum, Chr.**, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Yorkstr. 5.
68. **Oppermann**, Reg.-Baumeister, Podbielskistr. 336.
69. **Orthaus**, Dipl.-Ing., Polizeibauinspektor, Bodenstedtstr. 8.
70. **Otzen, Robert**, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Blumenhagenstraße 10.
71. **Pfannschmidt**, Baurat, Wiesenstr. 62.
72. **Promnitz**, Reg.- und Geh. Baurat, Ellernstr. 17.
73. **Rabbow, F.**, Dr.-Ing., Zivil-Ingenieur, Theodorstr. 12 I.
74. **Recken**, Reg.- und Baurat, Wiesenstr. 22.
75. **Remmer**, Architekt, Scheffelstr. 28.
76. **Richard, K.**, Dipl.-Ing., Freiligrathstr. 1 p.
77. **Riehn, W.**, Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Taubenfeld 19 I.
78. **Rofs, B.**, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Senator, Geibelstr. 25.
79. **Sasse**, Architekt, Linden, Blumenauerstr. 28 A.
80. **Schädtler**, Architekt, Arnswaldtstr. 31 III
81. **Schäffer**, Geh. Baurat, Oeltzenstr. 2.
82. **Scheele**, Landesbaumeister, Waldhausen, Zentralstr. 28.
83. **Schleyer**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Alleestraße 4.
84. **Schütz**, Reg.-Baumeister, Lehzenstr. 12.
85. **Schwanenberg**, Architekt, Arnswaldtstr. 29 I.
86. **Siebern**, Provinzial-Konservator, Landesbaumeister, Dietrichstr. 18 A I.
87. **Sprengell, O.**, Landes-Baurat, Hermannstr. 33.
88. **Stever**, Reg.- und Baurat, Brahmsstr. 2 II.
89. **Stüber, Wilhelm**, Architekt, Kleefeld, Schellingstr. 13.
90. **Taaks, O.**, Baurat, Marienstr. 10 A II.
91. **Theidel, H.**, Dipl.-Ing., Zivil-Ingenieur, Sonnenweg 3.
92. **Tovote**, Zivil-Ingenieur, Königstr. 33.
93. **Usadel**, Architekt, Bödekerstr. 82.
94. **Visarius**, Baurat, Emmerberg 23 I.
95. **Vogel**, Architekt, Friedenstr. 3.
96. **Walther**, Dipl.-Ing., Eichstr. 21 C III.
97. **Wegener**, Architekt, Ostermannstr. 4.
98. **Weidlich, K.**, Stadtbaurat und Reg.-Baumeister a. D., Bödekerstr. 93.
99. **Weise, B.**, Architekt, Scharnhorststr. 18.
100. **Wendebourg, E.**, Architekt, Ostermannstr. 6 I.
101. **Willmer, G.**, Ingenieur, Waldhausen, Hildesheimer Chaussee 1.
102. **Wolff**, Dr., Stadt-Oberbaurat, Zeppelinstr. 1.
103. **Zisseler**, Eisenbahn-Bauinspektor z. D., Gr. Aegidienstr. 12.

b. Auswärtige.

1. **Ameke, M.**, Landes-Bauinspektor, Dietz a. d. L.
2. **Asmus, W.**, Baurat, Breslau, Kronprinzenstr. 15 I.
3. **Assemann, G.**, Dipl.-Ing., Leipzig-Lindenau, Rietschelstr. 53 I.
4. **Ausborn, W.**, Baudirektor, Charlottenburg, Mommsenstr. 39 I.
5. **Bätjer, Fr.**, Reg.-Baumeister, Preuß. Oldendorf, Kanalbauamt.
6. **Bandtlow**, Stadtbaudirektor, Jena, Kaiserin-Augustastr. 17.
7. **Becker**, Dipl.-Ing., Sterkrade, Steinbrinkstr. 45.
8. **Beisner, F.**, Reg.- und Geh. Baurat, Merseburg.
9. **Bertschinger**, Dr.-Ing., Krems (Donau, Niederösterreich).
10. **Bischoff, Th.**, Direktor der Schaftlach-Gmunder Eisenbahn, Tegernsee.
11. **Bladt**, Landesbaumeister, Nienburg a. W.
12. **Blakesley, John H.**, Ingenieur, London, Victoria Street, 53, Westminster S. W.
13. **Bönig**, Ingenieur, Hamburg 26, Horner Landstr. 76.
14. **Bohne, H.**, Dipl.-Ing., Aleppo (Syrien), Bagdad-Bahn.
15. **Brauer, E.**, Baurat, Allenstein, Kaiserstr. 23.
16. **Breiderhoff**, Königl. Baurat, Bochum i. W., Kreisbauinspektion.
17. **Brennecke, L.**, Geh. Admiralitätsrat, Buchschlag (Kr. Offenbach a. M.).
18. **Breusing**, Geh. Ober-Baurat, Berlin W. 30, Barbarossaplatz 1.
19. **Brüning**, Baurat, Göttingen, Rosdorferweg.
20. **Bruns, H.**, Professor, Hildesheim, Almsstr. 10.
21. **Brusch, F. W.**, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Dortmund, Teichstraße 1.
22. **Busch**, Baurat, Hildesheim, Teichstr. 4.
23. **Capelle**, Reg.- und Baurat, Aachen, Marschiertorbahnhof 9.
24. **Carling, W.**, Ing., Stadt-Baudirektor, Norrköping (Schweden).
25. **Claufsen, F.**, Baurat, Vorstand der Bauinspektion für Hafenerweiterung, Bremerhaven.
26. **Crauel**, Dipl.-Ing., Gr. Bajohren b. Sechsleben (O.-P.).
27. **Deichmann, Alb.**, Ingenieur, Oldenbüttel i. Holstein.
28. **Delion**, Geh. Baurat, Elbing, Innerer Mühlendamm 4.

29. **Demmig, E.**, Architekt, Bad Oeynhausen.
30. **Diestel**, Reg.- u. Geh. Baurat, Berlin W. 30, Eisenacherstraße 122 II.
31. **Dreefsen, E.**, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspektor a. D., Berlin W.-Schöneberg, Eisenacherstr. 69 II. r.
32. **Dubois, R.**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Merzig (Saar), Bergstraße 4.
33. **Duis, D.**, Baurat, Stade-Campe, Harburgerstraße.
34. **Echtermeyer, H.**, Gemeinde-Baurat und Reg.-Baumeister, Zehlendorf (Wannseebahn), Annastr. 4.
35. **Ehlers, P.**, Baurat, Professor, Zoppot, Kolbathstr.
36. **Eichentopf**, Baurat, Wesel, Bismarckstr. 7.
37. **Ekert, F.**, Ober-Ingenieur, Beigeordneter, Darmstadt, Heinrichstr. 120.
38. **Elwitz, E.**, Dipl.-Ing., Ingenieurbureau, Düsseldorf, Jülicherstraße 23.
39. **Enders**, Reg.-Baumeister a. D., Frankfurt a. M., Schwindstraße 18 III.
40. **Engelken**, Reg.-Baumeister, Karlsruhe, Auguststr. 10 II
41. **Engesser, Fr.**, Prof. Dr.-Ing., Geh. Oberbaurat, Karlsruhe, Westendstr. 8.
42. **Espinosa, A.**, Zivil- und Maschinen-Ingenieur, Prof. a. d. Ingenieur-Schule, Lima (Peru), Calle de San Sebastian 127.
43. **Fein, A.**, Geh. Baurat, Köln a. Rh., Bremerstr. 10.
44. **Fischer, Th. H. J.**, Reg.-Baumeister, Angerburg i. Ostpr.
45. **Flebbe, H.**, Reg.- und Baurat, Allenstein.
46. **Francke, A.**, Baurat, Alfeld a. d. Leine.
47. **Frankenberg, W.**, Architekt, Northeim i. Hann.
48. **Frey, O.**, Stadtbaurat, Göttingen, Lotzestr. 13 E.
49. **Fuchs, Erich**, Bauingenieur, Görlitz, Schillerstr. 1.
50. **Garschina**, Baurat, Ploen i. Holstein.
51. **Gafsmann, A.**, Reg.- und Baurat, Dramburg i. Pom.
52. **Gloystein**, Baurat, Celle.
53. **Gravenhorst**, Landes-Bauinspektor, Posen W. 3, Hohenstaufenstraße 12.
54. **Grevemeyer, D.**, Reg.- und Baurat, Köln-Deutz, Constantinstraße 1.
55. **Grosse, R.**, Eisenbahn-Direktor, Königsberg i. Pr., Schleusenstraße 4.
56. **Hanstein**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Dortmund, Dudenstr. 8.
57. **Hartmann, W.**, Reg.- u. Geh. Baurat, Trier, Marienstr. 9 II.
58. **Hass, W. C.**, Dipl.-Ing., Ingenieur b. d. Staatseisenbahnen in Niederl.-Indien, Bandjar (W. L.), Java.
59. **Hedde, Peter**, Marine-Baumeister, Steglitz b. Berlin, Wrangelstraße 10.
60. **Heinemann, K.**, Reg.- und Baurat, Uelzen, Hoeftstr. 14.
61. **Henke, F.**, Landes-Bauinspektor, Posen, Glogauerstr. 94 III.
62. **Hensel**, Baurat, Hildesheim, Boysenstr. 2.
63. **Hermes, C.**, Direktor, Siegen.
64. **Hess**, Landesbaumeister, Northeim i. H.
65. **Heubach, M.**, Reg.-Baumeister, Berlin-Südende, Parkstr. 22.
66. **Hinrichs, H.**, Architekt, Hameln a. W., Groeningerstr. 1.
67. **Hinz, A.**, Baumeister, Unna i. W.
68. **Hirsch**, Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Aachen, Nizza-Allee 97.
69. **Hoffmann, R.**, Baurat, Ostrowo i. Posen.
70. **Hoffmann, W.**, Reg.-Baumeister, Breslau, Hedwigstr. 38.
71. **Hofmann, A.**, Oberbauinspektor, München, Wörthstr. 5 II.
72. **Holtvogt**, Reg.-Baumeister, Engter (Kr. Bersenbrück).
73. **Huhn**, Dipl.-Ing., Königshütte (O.-S.), Parkstr. 9 p.
74. **Ibbecken, H.**, Ingenieur, Asuncion i. d. Republ. Paraguay.
75. **Ilić, Michael, W.**, Ingenieur, Belgrad (Serbien).
76. **Jacoby**, Reg.-Baumeister, Bückeburg, Harrlstr. 7.
77. **Jaenigen, E.**, Geh. Baurat, Wiesbaden, Taunusstr. 72.
78. **Jahr**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Rendsburg, Eckernförderstraße 12.
79. **Jaspers**, Reg.- und Geh. Baurat, Münster i. W., Erphostraße 32 I.
80. **Jebens, Fr.**, Ingenieur, Ratzeburg i. Lauenburg.
81. **Jenner, F.**, Senator, Göttingen, Wilhelm Weberstr. 40.
82. **Jöhrens, Adolf**, Reg.-Baumeister a. D., Höchst a. M., Luciusstraße 9.
83. **Jöhrens, E.**, Reg.-Baumeister a. D., Essen (Ruhr), Kronprinzenstr. 24.
84. **Kampf**, Stadt-Baurat, Lüneburg, Schifferwall 4.
85. **Kattentitt**, Architekt, Hameln a. W.
86. **Klages**, Ober-Ingenieur, Minden i. W., Marienstr. 92.
87. **Köhncke, H.**, Ober-Ingenieur, Bremen, Contrescarpe 130.
88. **Krüger, Franz A.**, Architekt, Lüneburg.
89. **Labes**, Geh. Baurat, Berlin W. 50, Bambergerstr. 58.
90. **Lambrecht, E.**, Baurat, Hofgeismar.
91. **Lehmberg, Chr.**, Kreis-Baumeister, Neuhaldensleben.
92. **Liemann**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Köln a. Rh., Eisenbahndirektion.
93. **van Löben-Sels, A.**, Ingenieur, Arnheim i. Holland.
94. **Löhr, B.**, Ingenieur, Frankfurt a. M., Feuerbachstr. 7.
95. **Löwe**, Reg.-Baumeister, Verden a. A.
96. **Marcus, H.**, Dr.-Ing., Ingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Landhausstr. 50/51.
97. **May, E.**, Stadtbaurat, Kgl. Reg.-Baumeister a. D., Ludwigshafen.
98. **Meyer, H.**, Baurat, Lingen a. d. Ems.
99. **Meyer, Gustav**, Reg.-Baumeister, Brunsbüttelkoog.
100. **Meyer, W.**, Baurat, Osnabrück, Möserstr. 25 I.
101. **Mialaret, A.**, Architekt, Hauptlehrer a. d. Akademie der bildenden Künste, Maastricht, Plastielstraat 1.
102. **Modersohn, C.**, Stadt-Baurat und Kreis-Baumeister des Kreises Hamm, Unna i. W.
103. **Möller, M.**, Geh. Hofrat, Professor, Braunschweig, Geysostr. 1.
104. **Möllering, A.**, Stadtbauinspektor, Hagen i. W., Frankfurterstraße 29.
105. **Müller, Gerh.**, Reg.- und Baurat, Berlin NW. 52, Alt-Moabit 139/142.
106. **Müller, R.**, Dr.-Ing., Professor an der Techn. Hochschule, Dresden-A., Hübnerstr. 15 b.
107. **Mursa, Ulrico**, Engenheiro de Canpanhia Docas, Santos (Brasilien).
108. **Narten**, Reg.- und Geh. Baurat, Stettin, Kgl. Regierung.
109. **Narten**, Landesbaumeister, Stade.
110. **Neumann, R.**, Eisenbahn-Ingenieur, Halle a. d. S., Röpzigerstr. 196.
111. **Nitsch**, Ingenieur, Krakau i. Galizien, ul Kolejowa 18.
112. **Obrębowicz, K.**, Ingenieur, Warschau (Russ.-Polen), Ordynacka 9.
113. **Offermann, C.**, Reg.- u. Geh. Baurat, Buenos Aires, Legacion Alemana.
114. **Pagenstecher**, Landesbaumeister, Osnabrück.
115. **Papke, E.**, Reg.- und Baurat, Beeskow.
116. **Pegelow, F. W. H.**, Direktor der Stockholm-Westeras-Bahn, Stockholm, Wesegatan 7.
117. **Petzold, G.**, Dipl.-Ing., Essen (Ruhr), Gärtnergasse 55 p.
118. **Pilgrim, H.**, Dr.-Ing., Rechnungsrat der Württ. Staatseisenbahnen, Stuttgart, Azenbergstr. 36.
119. **Popovic, Svetozar**, Inspektor der serbischen Staatsbahnen, Belgrad i. Serbien.
120. **Popp, A.**, Ingenieur, Elberfeld, Königstr. 77 II.
121. **Priefs, P.**, Reg.- und Baurat, Königsberg i. Pr., Krugstr. 1.
122. **Pustau**, Reg.- und Baurat, Frankfurt a. M., Elbestr. 2.
123. **Quentell, C.**, Baurat, Düsseldorf, Cecilien-Allee 54.
124. **Ramisch**, Professor, Breslau, Goethestr. 34.
125. **Rathkamp, W.**, Architekt, Göttingen, Gronertorstr. 1.
126. **Rautenberg, O.**, Kgl. Baurat, Halberstadt, Westhäuserstr. 2
127. **Reuter**, Kreis-Kommunal-Baumeister, Bolchen i. Lothr.
128. **Reuter, P.**, Dipl.-Ing., Leipzig, Floßplatz 1 III.
129. **Richert, J. Gust.**, Konsulterande Ingeniör, Stockholm.
130. **Rörvik**, Dipl.-Ing., Greifenhagen i. Pom., Bohnenstr. 3.
131. **Rohlfs, H.**, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspektor, Köln a. Rh., Vorgebirgstr. 11 II.
132. **Ruchholtz, E.**, Dipl.-Ing., Bureauchef der Abteilung Brückenbau der Gutehoffnungshütte, Sterkrade, Johanniterstraße 12.
133. **Rümelin, Th.**, Reg.-Baumeister a. D., Dresden-A., Lenbachstraße 3.
134. **Sarrazin, H.**, Reg.- und Baurat, Berlin-Friedenau, Goßlerstraße 23.
135. **Sarre**, Eisenbahndirektions-Präsident, Berlin W. 9, Potsdamerplatz 4/6.
136. **Sauerwein**, Geh. Baurat, Harburg, Eißendorferstr. 9.
137. **Schacht**, Reg.- und Baurat, Saarbrücken 2, Triererstr. 12 II.
138. **Schacht, H.**, Architekt, Bremen, Hohenlohestr. 28.
139. **Scheele, E.**, Landesbaumeister, Lingen a. d. Ems.

140. **Schelten-Peterfsen**, Geh. Baurat, Schloß Nordeck b. Hage i. Ostfriesland.
141. **Schilling**, Reg.-Baumeister, Lünen (Lippe), Parkstr. 15.
142. **Schlöbcke**, Baurat, Lüneburg, Vor dem Neuentore 3.
143. **Schmidt, R.**, Architekt, Direktor der Gewerbe-Akademie Wismar i. Meckl.
144. **Schmiedel, O.**, Ober-Ingenieur, Buenos-Aires. Casilla de correo 152.
145. **Schnauder, B.**, Baurat, Hamburg 21, Overbeckstr. 17.
146. **Schönfeld**, Eisenbahn-Direktor, Lippstadt.
147. **Schrader, A.**, Reg.- und Baurat, Essen (Ruhr).
148. **Schrader**, Baurat, Heiligenstadt (Eichsfeld)
149. **Schüler**, Reg.-Baumeister, Charlottenburg, Englischestr. 26 I.
150. **Schütz**, Dr.-Ing., Reg.-Baumeister, Berlin-Pankow.
151. **Schulze, L.**, Reg.- und Geh. Baurat, Aurich.
152. **Schweitzer**, Beigeordneter, Reg.-Baumeister a. D., Hamborn-Marxloh, Bayernstr. 40.
153. **Schwering**, Eisenbahn-Direktions-Präsident, Wirkl. Geh. Oberbaurat, Saarbrücken 2, Am Bahnhof 1.
154. **Schwidtal**, Reg.- und Baurat, Kassel.
155. **Scriba, E.**, Kgl. Oberlehrer, Architekt, Hildesheim, Kaiser-Friedrich-Straße 16.
156. **Sievers**, Reg.- und Baurat, Wilmersdorf b. Berlin, Kaiserplatz 16 II.
157. **Sikorski, Tadeus**, Professor, Krakau i. Galizien, Universität.
158. **Soldan**, Baurat, Hemfurt (Waldeck).
159. **Sprengell, W.**, Reg.- und Geh. Ober-Baurat, Halensee, Halberstädterstr. 3.
160. **Stahl**, Ingenieur, Gut Vegesackshölm b. Riga.
161. **Stieltjes, E. H.**, Zivil-Ingenieur, Haag.
162. **Storck**, Reg.- u. Baurat, Münster i. W., Wolbeckertr. 44 I.
163. **Stousland**, Dipl.-Ing., Fredricksstadt (Norwegen).
164. **Strebe**, Landesbaumeister, Goslar, Georgenberg 3.
165. **Suadicani**, Ober- u. Geh. Baurat, Steglitz b. Berlin, Ringstr. 56 II.
166. **Süfsapfel**, Baurat, Perleberg.
167. **Swain, George F.**, Professor of Civil Engineering Graduate School of Applied Science, Harvard-University, Cambridge, Boston.
168. **Sympher**, Geh. Oberbaurat, Berlin W. 80, Leipzigerstr. 125.
169. **Taurel, Luis F.**, Ingenieur, Buenos Aires, Calle Piedad 2549.
170. **Thürnau, K.**, Reg.-Baumeister, Vöhl (Reg.-Bez. Kassel).
171. **Tgschirntsch**, Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Görlitz, Seidenbergerstr. 18.
172. **Uhthoff**, Baurat, Aurich.
173. **Vater, A.**, Reg.- und Baurat, Erfurt, Bismarckstr. 17 I.
174. **Visscher van Gaasbeck, R.**, Arch., Basel, Grenzacherstr. 13.
175. **Vlachos, Chr.**, Dipl.-Ing., Eisenbahn-Ingenieur, Karlsruhe, Adlerstr. 14.
176. **Vogt, W.**, Baurat, Gnesen, Wreschenerstr. 8.
177. **Voiges**, Geh. Baurat, Eigenheim b. Wiesbaden, Eintrachtstraße 2.
178. **Voigt**, Baurat, Verden a. A., Holzmarkt 9.
179. **Vofs, C.**, Architekt, Hildesheim, Peinerstr. 4.
180. **Wagner, Carl A.**, Dr. phil., Oberlehrer, Königsberg i. Pr., Hintertragheim 66.
181. **Wagner**, Reg.-Baumeister, Kassel, Militärbauamt II.
182. **Wasmann**, Baurat a. D., Lüneburg, Gartenstr. 23.
183. **Wehrmann**, Dipl.-Ing., Aachen, Hochstr. 28.
184. **Weidmann**, Stadt-Bauingenieur, Stettin, Verwaltungsgebäude, Magazinstraße.
185. **Weinrich**, Reg.-Baumeister, Osnabrück, Moltkestr. 19.
186. **Wening, H.**, Architekt, Hildesheim.
187. **Werner, H.**, Reg.-Baumeister, Neurode i. Schles.
188. **Freiherr v. Westenholz**, Dr., Prof. an der Techn. Hochschule, Stuttgart.
189. **Westphal**, Zimmermeister, Lüneburg.
190. **Wilcke**, Geh. Baurat, Zoppot.
191. **Wilms, Fr.**, Dipl.-Ing., Architekt, Bremen, Am Wall 6.
192. **Windschild, O.**, Baurat, Dortmund, Kaiserstr. 71 I.
193. **Wifsmann, A.**, Reg.-Baumeister, Herne i. W., Bismarckstraße 8 II.
194. **Wolckenhaar**, Stadt-Baumeister, Goslar.
195. **Wollner**, Architekt, Hameln a. W.
196. **Wörner, Ad.**, Ingenieur, Budapest VII, Kertész utcza 10.

Außerordentliche Mitglieder.

a. Einheimische.

1. **Augustin**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Joachimstr. 4.
2. **Bokelberg, O.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Sallstr. 14 II.
3. **Gades**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Mithoffstr. 2.
4. **Janfsen, Th. B.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Cellerstr. 60 III.
5. **Kellermann**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Dreyerstr. 2 A I.
6. **Mohr**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Kirchröderstr. 10.
7. **Rabe, W.**, Dipl.-Ing., An der Christuskirche 17.
8. **Schade, E.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Raschplatz 5 II.

b. Auswärtige.

1. **Baumann, H.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Landsberg a. W., Ferne Mühlenstr. 16.
2. **Bühl**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Diez (Lahn), Bahnhofstraße.
3. **Harupa**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Berlin-Schöneberg, Hohenfriedbergstr. 12 I.
4. **Kesfeld**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Stadthagen, Obertorstr. 2.
5. **Moll, H.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Köln a. Rh., Mozartstraße 54 I.
6. **Mylius**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Plettenberg i. W., Eisenbahnbauabteilung.
7. **Ostendorf**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Oldenburg, Haarenufer 22.
8. **Schleyer, W.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Angermünde, Prenzlauerstraße.
9. **Seyfferth**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Hamburg 30, Wrangelstraße 14 II.
10. **Stapelmann, E.**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Dortmund, Heiligerweg 70.
11. **Steuernagel**, Dipl.-Ing., Reg.-Bauführer, Köln, Weidenbach 16

Mitglieder-Stand.

5 Ehren-Mitglieder,
2 korrespondierende Mitglieder,
103 einheimische } ordentliche Mitglieder,
196 auswärtige }
8 einheimische } außerordentliche Mitglieder
11 auswärtige }

zusammen 325 Mitglieder.

Die Vereinsräume

befinden sich im Künstlerhause, Sophienstr. 2 p.
(Eingang Torweg rechts.)

Die Bibliothek ist geöffnet:

Mittwochs und Freitags von 6—8 Uhr abends.

Die Versammlungen

finden von Mitte Oktober bis Anfang Mai in der Regel am ersten und dritten Mittwoch jeden Monats, abends 8 1/4 Uhr, statt.

Zeitschriftenschau.

A. Hochbau,

bearbeitet von Reg.-Baumeister Dr.-Ing. Meyer in Hannover.

Kunstgeschichte.

Kirche und Chorgestühl von St. Urban in Luzern. Zisterzienserabtei aus dem Anfang des XVIII. Jahrhunderts, unverändert erhalten. 1911 wurde das überaus reich geschnitzte Chorgestühl, eine der bedeutendsten Leistungen der Holzskulptur, aus Privatbesitz zurückgekauft. — Mit 6 Tafeln und Textfig. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 347.)

Wiederherstellung der Frauenberger Kirche; Arch. Adolf Zeller in Charlottenburg. — Mit zahlreichen Textfig. (Kirche 1912, S. 197.)

Alte Bildhauerarbeiten vom Mailänder Dom; von Melani. — Mit Abb. von Gewölbeanfängern, Konsolen und einer Fiale. (Construct. moderne 1912, S. 170.)

Italienische Monumentalbrunnen. Kurzer Lebenslauf des Giovanni da Bologna (1529—1608) und Beschreibung seiner Brunnen in Florenz und Bologna. — Mit Textfig. und 1 Tafel. (Construct. moderne 1912, S. 268.)

Ausgrabungen in Delphi; Bericht des französischen Regierungsarchitekten Martinaud. — Mit Textfig. und 2 Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 376, 387.)

Oeffentliche Bauten.

Gebäude für kirchliche Zwecke. Zwinglikirche in Berlin, Ecke Caprivi- und Rudolfstraße; Arch. Jürgen Kröger in Berlin. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1912, S. 329.)

Ausbau des Domes in Freiberg in Sachsen (s. 1912, S. 231). — Mit Abb. des Entwurfes von Schilling und Gräbner und des zur Ausführung bestimmten Entwurfes von Bruno Schmitz. (Deutsche Bauz. 1911, S. 875.)

Kirche für Görlitz (s. 1912, S. 496); Arch. Henry Groß in Berlin. — 1 Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 132.)

Wettbewerb für ein Gemeindehaus und Pastorat der Kreuzkirchen-Gemeinde in Hamburg-Barmbeck. Preisgekrönte Entwürfe der Arch. Grotjan, Gerhardt und Hilmar Möller. — Mit Abb. (Kirche 1912, S. 125.)

Katholische Filialkapelle in Niederkail (Eifel); Arch. Loris in Berlin. Baukosten 25000 M. Romanische Formen; Werkstein. 190 + 70 Sitzplätze in Schiff und Emporen. (Baugew.-Z. 1911, S. 1136.)

Evangelische Kirche in Oberschöneweide; Arch. Robert Leibnitz in Berlin. — 2 Tafeln mit Grundriß und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 184.)

Neue Markuskirche in Steglitz; Arch. Jürgensen und Bachmann. Mit 2 Pfarrhäusern. Sehr schlichte Formen. — Mit 2 Ansichten. (Baugew.-Z. 1912, S. 343.)

Entwurf zu einer katholischen Kirche mit Pfarrhaus in Uerdingen am Rhein; Arch. Riedl in Murnau. Baukosten 200000 M. 1 qm 150 M. Moderne romanische Formen. — Mit Textfig. (Baugew.-Z. 1912, S. 413, 421.)

Kirchenentwürfe von Architekt D. Boehm. Entwürfe für Uerdingen a. Rh., Memmingen i. B. und Wriezen. — Mit Abb. (Kirche 1912, S. 149.)

Grabkapelle auf dem Père-Lachaise in Paris; Arch. Greber. Baukosten 24000 M. Moderne romanische Formen. — Mit Textfig. und 2 Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 257.)

Synagoge in Berlin, Fasanenstraße; Arch. Hessel in Wilmersdorf. Romanischer Werksteinbau. — Mit 14 Tafeln und 1 Textfig. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 303.)

Synagoge für Mainz; Arch. Müller und Brodersen in Berlin. — 1 Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 134.)

Der große Mormonentempel in Salt Lake City. Material Granit. 40 × 62 m Grundfläche. 6 Türme von 70 m Höhe. Flaches Dach; moderne Formen. — Mit 1 perspektivischen Ansicht. (Construct. moderne 1912, S. 151.)

Gebäude für Verwaltungszwecke und Vereine. Empfangsgebäude für den Stuttgarter Hauptbahnhof. Bauprogramm, Gutachten des Preisgerichts und Abb. der 9 besten Entwürfe. (Deutsche Konkurr. 1911, Heft 314.)

Neuer Bahnhof in Cambrai (s. 1912, S. 137); Arch. Ligny und Ing. Aumont. Moderne Renaissanceformen. — Mit zahlreichen Textfig. und Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 195.)

Bahnhöfe für Leichentransport in Mailand. Mailand hat besondere Bahnhöfe erbaut, von denen mittels elektrischer Bahn die Särge nebst den Angehörigen der Toten zum Kirchhof außerhalb der Stadt gefahren werden. — Mit 2 Ansichten. (Construct. moderne 1912, S. 291.)

Neues Bahnhofsgebäude in St. Gallen (s. 1912, S. 137); Arch. v. Senger in Zürich. — Mit Abb. des Modells. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 106.)

Lokomotivdepot und Werkstätte in Spiez; Arch. Joss und Klauser in Bern. — Mit 1 Tafel und Textfig. (Schweiz. Bauz. 1911, II. S. 83.)

Hochbauten der Bodensee-Toggenburg- und Rickenbahn. — Mit Textfig. und 2 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 129.)

Rathaus in Mülheim a. d. Ruhr (s. 1912, S. 405). Programm, Bericht des Preisgerichts und Abb. der 11 besten Entwürfe. (Deutsche Konkurr. 1911, Heft 312.)

Neues Rathaus für Schöneberg; Arch. Jürgensen und Bachmann in Charlottenburg. Ausführliche Beschreibung. — Mit zahlr. Textfig. und 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1911, S. 805.)

Stadthalle für Danzig (s. 1912, S. 497); Entwurf von Arch. Joos in Charlottenburg. Moderne antike Formen. — Mit 1 Kunstbeilage. (Berliner Arch.-Welt 1912, Heft 3.)

Die neuen Stadthausbauten in Zürich; Entwurf von Prof. Dr. Güll. Kurzer Text. — Mit 2 Abb. und 1 Lageplan. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 159.)

Kreissparkasse in Naugard in Pommern; Arch. Bruno Möhring. — 1 Tafel. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 107.)

Bureauhaus in Berlin, Dessauerstraße; Arch. Kraatz, Lachmann und Zauber in Berlin. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 239.)

Gebäude für Unterrichtszwecke. Realgymnasium in Gr.-Lichterfelde; Arch. Ammer in Gr.-Lichterfelde. 21 Klassen mit 900 Schülern. Baukosten 700000 M. — Mit zahlreichen Abb. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 136.)

Realgymnasium in Mariendorf; Arch. Reinhard und Süssenguth. Deutscher Renaissancebau in gelblichem Terranova-Putz. Baukosten 500 000 M. — Mit zahlreichen Abb. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 136.)

Reformgymnasium Tempelhof; Arch. Köhler und Kranz in Charlottenburg. Malerische Bauweise in modernen Renaissanceformen. — 6 Tafeln mit Grundriß und zahlreichen Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 154.)

Aula der Töchterschule in Honnef am Rhein; Arch. Freih. v. Tettau. — 1 Tafel. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 226.)

7. Gemeindeschule in Lichtenberg; Arch. Joh. Uhlig in Lichtenberg. Eingebauter Backsteinbau mit modernen Renaissanceformen. — 2 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 96.)

Zweiklassige Volksschule für Neudorf; Arch. Gothe in Hannover. 2 Lehrerwohnungen mit je 4 Stuben und Küche; Nebengebäude mit Aborten, Waschküche, Stall und Schuppen. (Baugew.-Z. 1911, S. 1167.)

Schulhaus in Avully bei Genf; Arch. Braillard in Genf. 3 Klassen und 2 Wohnungen. Baukosten 56 000 M., $1^{cbm} = 16{,}8$ M. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 269.)

Wettbewerb für ein Schulhaus und eine Turnhalle in Sirnach. 3 Klassen. Bericht des Preisgerichts und Abb. der preisgekrönten Entwürfe. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 102.)

Turnhalle in Genf; Arch. Arthur. Moderne Formen; Backstein und Werkstein; Baukosten 188 000 M. — Mit 2 Tafeln und Textfig. (Construct. moderne 1912, S. 425.)

Gebäude für Gesundheitspflege und Rettungswesen. Oeffentliches Schwimmbad in Winterthur; Arch. Rittmeyer und Furrer in Winterthur. Füllung des freiliegenden Beckens mit gefiltertem Flußwasser. Baukosten 160 000 M. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 282.)

Kleinkinderschule für die Gutehoffnungshütte in Oberhausen; Arch. Bruno Möhring. — 1 Tafel mit Ansicht und Grundrissen. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 118.)

Landes-Zentral-Kinderheim in Wien; Arch. Bieloklawck, Berger und Woraczek. 6 große Einzelbauten mit Parkanlagen. — Textfig. und 1 Kunstbeilage. (Construct. moderne 1912, S. 88.)

Säuglingsheim in Nancy; Arch. Rougieux. Schlichte Renaissanceformen. — Mit 2 Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 210.)

Erweiterungsbau des Kurhauses Wildbad in Traben a. d. Mosel; Arch. Bruno Möhring. — 3 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 96.)

Quellen- und Trinkhalle für Evian-les-Bains; Arch. Lavirotte in Paris. Im Untergeschoß Wärter, Bureau, Flaschenfüllraum, Lager, Versandräume; im Erdgeschoß Lesesaal, Brunnenraum, Eß- und Gesellschaftssaal, gedeckte Wandelhalle, Wirtschafts- und Geschäftsräume. Moderne Formen. — Mit zahlr. Textfig. und 4 Kunstbeilagen. (Construct. moderne 1912, S. 101.)

Solothurnisches Lungensanatorium Allerheiligen; Arch. Pfleghard und Häfeli in Zürich. Baukosten 540 000 M. 85 Betten. — Mit 4 Tafeln und zahlreichen Textfig. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 197.)

Gebäude für Kunst und Wissenschaft. Deutsches Entomologisches Museum in Dahlem; Arch. Straumer in Berlin. Baukosten 95 000 M. Stiftung des verstorbenen Prof. Kraatz. — Mit Textfig. und 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1911, S. 894.)

Museum für Kunst und Geschichte in Genf; Arch. Camoletti in Genf. Werksteinbau mit klassischen Barockformen. — Mit 4 Tafeln und zahlreichen Textfig. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 251, 269; Construct. moderne 1912, S. 219.)

Hohenzollern-Kunstgewerbehaus in Berlin, Königgrätzer Straße; Arch. Dernburg in Berlin. Biedermeierstil. — 8 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 318.)

Vorlesungsgebäude für Hamburg (s. 1912, S. 406); Arch. Diestel und Grulitz. — 1 Tafel mit Schaubild. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 252.)

Stadttheater in Basel; Arch. Stehlin in Basel. An Stelle des 1904 abgebrannten Baues ganz in Eisenbeton mit umhüllten Eisenteilen errichtet. Regenvorrichtung. Rauchabzug mit 20 % Querschnitt der Bühnenfläche. 1200 Sitzplätze. Baukosten einschl. Ausstattung, doch ausschl. der Bühnendekoration 1 000 000 M. — Mit Textfig. und 4 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 151.)

Tonhalle in St. Gallen; Arch. Kunkler in Zürich. Dreigeschossiger geräumiger Bau mit 2 Sälen und reichlichen Nebenräumen. Baukosten 642 000 M. Modernes Barock. — Mit 2 Tafeln und Textfig. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 227.)

Gebäude für Ausstellungszwecke. Bayerische Gewerbeschau 1912; von Dr. Karl Lory. — Mit zahlreichen Textfig. (Z. f. Kunst u. Handw. 1912, S. 285, 317, 349.)

Ideenwettbewerb zur allgemeinen baulichen Anordnung der Schweizerischen Landesausstellung in Bern 1914. Gutachten des Preisgerichts und Vogelschaubilder der 4 preisgekrönten Entwürfe. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 89.)

Das Deutsche Haus der internationalen Verkehrsmittel-Ausstellung in Buenos Aires 1910; Arch. Bruno Möhring, Bildhauer Roch. — 6 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 101.)

Gebäude für Vergnügungszwecke und Sport. Kasino der Gartenstadt Falkenhagen; Arch. Rohde und Beschoren in Berlin. — 2 Tafeln mit Ansicht und Grundriß. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 153.)

Zunfthaus der Zimmerleute in Bern; Arch. Joos in Bern. Baukosten 136 000 M. — Mit 2 Tafeln und zahlreichen Textfig. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 144.)

Haus des Bundes der Landwirte in Berlin; Arch. Otto Kohtz in Berlin. — 10 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 228.)

Schützenhaus in Beuthen; Arch. Möller in Hamburg. Moderner Backsteinbau. — 2 Tafeln. (Deutsche Konkurrenzen 1911, Heft 312.)

Jagdhaus in Koschentin; Arch. William Müller in Berlin. — 1 Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 133.)

Gebäude für Handelszwecke. Mitteldeutsche Creditbank in Berlin, Burgstr. 24; Arch. Reimer und Körte in Berlin. Eckbau in modernem Barock. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 326.)

Wiederherstellungsentwurf für den Pavillon de la Bossière in Paris; Arch. Guéritte in Paris. Der von Carpentier (1709—1772) erbaute einstige Landsitz der Familie La Bossière lag, umgeben von einem großen Garten, einst zwischen dem Boulevard Clichy, der Rue de Clichy und der Rue Blanche. Erhalten ist nichts mehr. Der Entwurf war im Pariser Salon für 1912 ausgestellt. — Mit Textfig. und 4 Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 293.)

Leichenhäuser und Friedhöfe. Krematorium für Dessau (s. 1912, S. 407); Arch. William Müller in Berlin. — 1 Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 133.)

Privatbauten.

Gasthäuser. Weinhaus Kempinski in Berlin; Arch. Hart und Lesser. — 9 Tafeln mit Innenansichten und Grundrissen und 1 farbige Kunstbeilage. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 262.)

Restaurations- und Saalgebäude im Berliner Zoolog. Garten; Arch. Jürgensen und Bachmann in Charlottenburg. Ausführlicher Text. — Mit zahlreichen Abb. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 253, Sonderheft.)

Arbeiterwohnungen. Arbeiterhäuser in Sorau; Arch. Tafel in Cöln-Kalk. Gute Grundrisse. Preis für 1 Familie 4400 M., für 2 Familien 7000 M. — Mit Ansichten und Grundrissen. (Baugew.-Z. 1911, S. 1095.)

Arbeiter-Kolonie der Aktien-Gesellsch. Georg Fischer in Schaffhausen; Arch. Curiel und Moser in Karlsruhe. Dreizimmerwohnungen mit 85^{qm}, Vierzimmerwohnungen mit 100^{qm} und Fünfzimmerwohnungen mit 115^{qm}. Preis einer Wohnung durchschnittlich 7840 M., 1^{cbm} 16 M. — Mit 4 Tafeln und zahlreichen Textfig. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 338.)

Wohn- und Geschäftshäuser. Pschorrhaus in Berlin, Tauentzienstraße; Arch. Werle in Lichterfelde. Moderne Formen; Werkstein. 3 Tafeln mit Ansichten und Grundrissen. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 103.)

Geschäftshaus in Berlin, Schützenstr. 53; Arch. Paul Zimmermann. Moderner Werksteinbau. — 1 Tafel. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 114.)

Wohn- und Geschäftshaus in Berlin, Brunnenstraße 126/127; Arch. S. Welle in Berlin. Eckbau. — 2 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 115.)

Kaufhaus Tietz in Berlin, Alexanderplatz; Arch. Cremer und Wolffenstein. — 8 Tafeln und Grundrisse. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 135.)

Geschäftshaus Krausenhof in Berlin; Arch. Dernburg in Berlin. Umfangreiche Anlage mit 2 Lichthöfen. — Mit 1 Grundriß und Schauseite, 2 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 167.)

Geschäftshaus Stiller in Berlin; Arch. Kaufmann in Berlin. — 1 Tafel mit Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 179.)

Geschäftshaus in Berlin, Ecke Friedrichstraße und Kronenstraße; Arch. Leibnitz in Berlin. — 1 Tafel mit Grundriß und Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 186.)

Geschäftshaus in Berlin, Ecke Friedrichstraße und Leipziger Straße. Arch. Leibnitz in Berlin. — 1 Tafel mit Grundriß und Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 187.)

Geschäftshaus in Berlin am Potsdamer Platz. Modell eines Entwurfs von Franz Schwechten. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 190.)

Geschäftshaus der Deutschen Grundkreditbank in Berlin, Voßstraße; Arch. Joh. Hirtl und Jaeger in Berlin. — 5 Tafeln mit zahlreichen Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 192.)

Kaufmannshaus in Berlin, Hallesches Ufer; Arch. Wollenberg und Schuster in Berlin. Antike Formen in Schinkelschem Sinne. — 4 Tafeln mit Grundriß und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 197.)

Geschäftshaus in Berlin, Klosterstraße 71/72. Arch. Weisz in Berlin. Backsteinbau. — Grundrisse und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 201.)

Geschäftshaus in Berlin, Lindenstraße 44/47; Arch. Bernoulli in Berlin. — 2 Ansichten und Einzelheiten. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 204.)

Bureauhaus der Verlagsbuchhandlung Springer in Berlin, Linkstraße; Arch. William Müller in Berlin. — 1 Tafel mit Grundriß und Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 206.)

Geschäftshaus in Berlin, Friedrichstraße 207; Arch. Pförtner. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 230.)

Geschäftshaus „Der Anker" in Berlin, Mohrenstraße 6; Arch. Paulini und Zabel in Berlin. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 236.)

Geschäftshaus in Berlin, Ecke Jerusalemer- und Zimmerstraße; Arch. Hart und Lesser. — 2 Tafeln mit Ansicht, Grundriß und Einzelheiten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 176.)

Geschäftshaus Gerson in Hamburg; Arch. Engler in Berlin. — 1 Tafel mit Schaubild. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 180.)

Geschäfts- und Wohnhaus Schmelter in Kruschwitz. — Mit Grundrissen und Ansicht. (Baugew.-Z. 1912, S. 372.)

Wohn- und Geschäftshaus in Liegnitz. — Mit Grundriß und Ansicht. (Baugew.-Z. 1912, S. 445.)

Entwürfe zu Landhäusern und einem Doppelhaus; Arch. Liepe und Serres in Charlottenburg. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 232.)

Landhaus in Bergisch-Gladbach; Arch. Lindemann in Bergisch-Gladbach. — Mit Ansichten und Grundriß. (Baugew.-Z. 1911, S. 1075.)

Landhaus Dr. Karg in Berlin-Schlachtensee; Arch. Meyer und Kalich in Berlin. — 2 Tafeln mit Grundrissen und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 208.)

Landhaus zu Carlsberg (Rheinpfalz); Arch. Keller in Essen. 7 Zimmer und Zubehör; schlichte moderne Formen. — Mit Ansichten und Grundrissen. (Baugew.-Z. 1911, S. 1017.)

Landhaus Corts in Frohnau; Arch. Leo Nachtlicht in Charlottenburg. — Mit zahlreichen Abb. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 280.)

Landhaus Schneider in Frohnau; erbaut nach Angaben des Bauherrn. — 1 Tafel mit 2 Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 112.)

Landhaus Dr. Möhring in Hamburg-Schmalenbeck; Arch. Bruno Möhring. Grundrisse und 1 Tafel. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 115.)

Landhaus Rudolf Schmidt in Hermsdorf; Arch. Heinr. Straumer in Berlin. — 2 Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 151.)

Haus Herpich bei Neubabelsberg; Arch. Grenander in Berlin. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 221.)

Landhaus Unger in Nikolassee; Arch. Bruno Schmitz in Charlottenburg. — 1 Ansicht und Grundrisse. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 200.)

Landhaus Krause in Nikolassee; Arch. Straumer in Berlin. — 1 Ansicht und Grundriß. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 150.)

Landhaus in Solln-München; Arch. Schmeidl in München. — Mit 1 Kunstbeilage. (Baugew.-Z. 1911, S. 1050.)

Landhaus in Wannsee, Kleine Seestraße; Arch. v. Tiedemann †. — 1 Tafel mit 2 Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 111.)

Landsitz von Raveneck in Böhmen; Arch. Riedl in Murnau. 6 Zimmer und Zubehör. Baukosten 30 000 M. Einfache moderne Formen. — Mit Textfig. (Baugew.-Z. 1912, S. 352.)

Wohnhaus und Weinhandlung Schicke in Berlin-Marienfelde; Arch. Bruno Möhring. — 1 Tafel und Grundrisse. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 114.)

Villa Neubeck in Berlin-Zehlendorf; Arch. Renner in Charlottenburg. — Mit zahlreichen äußeren und inneren Ansichten und Grundrissen. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 242.)

Villa in Wannsee, Königstraße. Arch. Biberfeld in Berlin. 3 Geschosse mit je 3 Räumen und Zubehör. — 3 Tafeln mit Grundrissen, Innen- und Außenansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 143.)

Villa Schramm in Nürnberg; Arch. Bruno Möhring. — 3 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 109.)

Villa Dr. Ossent in Stettin; Arch. Bruno Möhring. — 1 Tafel mit Ansicht und Grundrissen. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 117.)

Villa Villari in Florenz; Arch. Mazzanti. Italienische Renaissance. — Mit 1 äußeren und 2 inneren Ansichten. (Construct. moderne 1912, S. 148.)

Villa Du Catelet in Mondrepuis; Arch. Delrue. Backsteinbau mit Werkstein-Architekturteilen in schlichten Renaissanceformen. — Mit Textfig. und 2 Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 245.)

Villa in Roque; Arch. Poignant in Paris. 3 Geschosse mit je 3 Räumen und Zubehör. Steil abfallendes Gelände am Ufer der Seine. Untergeschosse in Bruchstein, Obergeschoß modernes Fachwerk. — Mit Grundrissen, Schnitt und 2 Kunstbeilagen. (Construct. moderne 1912, S. 111.)

Neubauten in Berlin, Berchtesgadenerstraße 36/37; Arch. Anker in Berlin. — Mit Grundriß und 1 Kunstbeilage. (Baugew.-Z. 1911, S. 1180.)

Fuggerhaus in Berlin, Königin-Augustastraße; Arch. Leschnitzer in Berlin. — 5 Seiten Abb. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 154.)

Wohnhaus in Berlin, Frankfurter Chaussee 111; Arch. Liepe in Charlottenburg. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 231.)

Wohnhaus in Berlin, Chausseestraße 128/129; Arch. Schaudt in Berlin. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 237.)

Haus Potsdam in Berlin, Königgrätzerstraße; Arch. Schwechten in Berlin. Monumentale Ecklösung in modernem Barock. Werkstein. — 6 Tafeln mit Ansichten, Grundrissen und Einzelheiten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 98.)

Wohnhaus in Berlin, Hohenzollernstr. 15; Arch. Dipl.-Ing. Lesser in Berlin. 4 ausgebaute Geschosse. Eckbau. — 2 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 160.)

Palais Frenkel in Berlin, Thiergartenstraße; Arch. Herm. Dernburg in Berlin. Vornehme, reich ausgestattete Anlage. — 5 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 162.)

Wohnhaus in Berlin, Regentenstr. 19a; Arch. Hart und Lesser in Berlin. — 3 Tafeln mit Grundriß und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 271.)

Wohnhaus in Berlin, Fasanenstr. 4; Arch. Hart und Lesser in Berlin. — 2 Tafeln mit Grundriß und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 274.)

Wohnhaus mit Café in Berlin, Kurfürstendamm; Arch. Hoppe in Charlottenburg. Eckbau. — 6 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 330.)

Wohnhaus Breslauer in Berlin-Dahlem; Arch. Breslauer und Salinger in Berlin. — 6 Seiten mit Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 160.)

Wohnhaus in Berlin-Friedenau, Kaiser-Allee; Arch. Steinbrucker in Friedenau. — Mit Grundriß und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 292.)

Haus Freiherr v. Tettau in Berlin-Lankwitz; Arch. der Bauherr. Einfamilienhaus mit Atelier. 5 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 221.)

Wohnhaus in Berlin-Lankwitz, Siemensstr.; Arch. Balder in Lichterfelde. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 228.)

Wohnhäuser in Berlin-Pankow, Wollankstraße 96 und 75 bis 80; Arch. Walter und Carl Koeppen. Schlichte moderne Formen. — 3 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 117.)

Wohnhausanlage in Steglitz, Lauenburgerplatz; Arch. Heinrich und Kaprowsky in Berlin-Friedenau. — 2 Tafeln mit Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 201.)

Wohnhaus in Steglitz, Schloßstr.; Arch. Heinrich und Kaprowsky. — 2 Tafeln mit Grundr. und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 203.)

Haus Nelson in Berlin-Westend, Eichenallee; Arch. Endell in Berlin. Moderne Formen. — 2 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 108.)

Wohnhaus in Berlin-Westend, Reichstr. 3; Arch. Edgar König in Berlin. Eckhaus. — 1 Tafel. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 243.)

Haus Oskar Kühl in Berlin-Westend, Akazienallee; Arch. Endell in Berlin. Moderne Formen. — 2 Tafeln mit Ansichten und Grundr. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 106.)

Wohnhaus in Wilmersdorf, Kaiserallee 175; Arch. Möller in Schöneberg. Eckhaus. — Mit Grundriß und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 291.)

Haus Dr. Moll in Zehlendorf-West; Arch. William Müller in Berlin. — 1 Tafel mit Ansicht und Grundrissen. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 207.)

Wohnhaus in Charlottenburg, Hebbelstr. 7; Arch. Stumm in Charlottenburg. — 1 Tafel mit 1 Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 113.)

Haus Falkstraße 80 in Duisburg; Arch. Tafel in Esch. — Mit Grundrissen und 1 Ansicht. (Baugew.-Z. 1912, S. 469.)

Wohnhaus in Göttingen; Arch. Schneidereit in Friedenau. 2 Hauptgeschosse mit je 7 Räumen und reichlichem Zubehör. — 4 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 148.)

Einfamilienhaus in München; Arch. Gothe in Hannover. 3 Zimmer und Zubehör. — Mit Textfig. (Baugew.-Z. 1912, S. 398.)

Einfamilienhäuser in Warnemünde. Baukosten 48 000 und 55 000 M. — Mit Grundr. und Ansichten. (Baugew.-Z. 1912, S. 322.)

Wohnhaus „Zur Sunnehalde" in Zürich; Arch. Albert Müller in Zürich. Einzelwohnhaus mit 4 ausgebauten Geschossen. — Mit 4 Tafeln und Textfig. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 324.)

Moderne Pariser Wohnhausschauseiten. — 3 Tafeln mit Ansichten ausgeführter Beispiele des Wettbewerbes 1910. (Construct. moderne 1911 und 1912, Tafel 31 bis 36.)

Eingebautes Einfamilienwohnhaus Avenue Gourgaud in Paris; Arch. Dubuisson. — Mit Textfiguren und 2 Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 413.)

Mietshaus in Paris, Rue Vancau; Arch. Agati. — Mit Textfig. und 2 Kunstbeilagen. (Construct. moderne 1912, S. 78.)

Eingebautes Einfamilienhaus in Paris, Rue Pierre-Curie; Arch. Guedy. Schlichter moderner Werksteinbau. — Mit Textfig. und 2 Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 390.)

Kleinwohnungen in Algier; Arch. Lauro. Dreizimmerwohnungen. — Mit Grundr. und 1 Tafel. (Construct. moderne 1912, S. 257.)

Schloßbauten. Kgl. Residenzschloß in Posen; Arch. Franz Schwechten in Berlin. — Zahlreiche Ansichten und Grundrisse. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 181.)

Landschloß Préville bei Saintes; Arch. Naud. Französische Renaissance. — Mit Textfig. und 2 Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 187.)

Chateau Du Faisceau bei Eguzon; Arch. Trolliet. Französische Renaissance. — Mit Textfig. und 2 Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 267.)

Landwirtschaftliche Bauten. Lippisches Zieglerwohnhaus; Arch. Studerus in Detmold. Wohnung, Diele und Stall unter einem Dach. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1912, S. 307.)

Weinkellerei Julius Kayser & Co. in Traben a. d. Mosel; Arch. Bruno Möhring. — 9 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 87.)

Eiskeller. Beschreibung eines billigen und praktischen Eiskellers für ländliche Zwecke von Geh. Baurat Wilcke in Zoppot. Baukosten 800 M., 1 ^{cbm} 10 M. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1912, S. 332.)

Hochbaukonstruktionen.

Mittelalterliche Baukonstruktion. Kurzer Text mit 4 Abb. mittelalterlicher Bauarbeiten von Darvillé. (Construct. moderne 1912, S. 185.)

Aus der Geschichte des Eisenbetons. Kurzer geschichtlicher Ueberblick von Prof. Dr. Rohland. (Archiv f. d. Gesch. d. Naturwiss. u. der Technik 1912, S. 423.)

Moderne Deckenkonstruktionen; von Baurat Wendt in Berlin-Schlachtensee. — Mit zahlreichen Fig. (Baugew.-Z. 1911, S. 1067, 1087, 1159.)

Konstruktion der Kuppeln; von Alph. Gosset. Auszug aus desselben Verfassers Werk: „Die Kuppeln des Orients und Occidents“. — Mit zahlreichen Textfig. (Construct. moderne 1912, S. 207, 218, 230.)

Die Hetzersche Bauweise. Ausführliche Abhandlung mit Textfig. und 2 Tafeln ausgeführter hölzerner Dachbinder nach der Bauweise Hetzer. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 214.)

Innerer Ausbau, Ornamentik, Kunstgewerbe, Kleinarchitektur.

Architektonische Durchbildung eines Treppenhaus-Abschlusses. Preis der Godeboeuf-Stiftung der Académie des Beaux-Arts in Paris. — Mit 1 Tafel. (Construct. moderne 1912, S. 280.)

Innenausstattung der Villa Lüdeke in Breslau; Arch. Thomas in Halensee. — 2 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 120.)

Gartenpavillon in Bonn; Arch. Bruno Möhring. — 1 Tafel. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 119.)

Wintergarten; Arch. Bruno Möhring. — 2 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 120.)

Dekorative Kunst im Pariser Herbstsalon. — 8 Tafeln moderner Zimmereinrichtungen mit kurzem Text. (Construct. moderne 1912, S. 125, 136.)

Skizzen für Beleuchtungskörper; Arch. Bruno Möhring. — 2 Tafeln mit Handskizzen. (Berl. Arch.-Welt 1911, S. 112.)

Bemalung des Schweizer Pavillons auf der Hygiene-Ausstellung in Dresden 1911. Das Innere und Aeußere des Pavillons ist von dem Berner Kunstmaler Münger mit reicher Farbengebung des 17. und 18. Jahrh. geschmückt. — Mit 1 Tafel und Textabb. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 121.)

Moderne Schmiedearbeiten; Arch. Schütz, Petersen und Bruno Paul. — 4 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 123.)

Edelmetallische Kirchenkunst in Alt-Danzig. — Mit 3 Textfig. (Kirche 1912, S. 155.)

Deutsche kirchliche Glasmalerei der neuesten Zeit; von Hermann Schmitz. Sonderheft. — Mit zahlreichen Abb. (Kirche 1912, Heft 10.)

Ausgeführte Werke von Heinrich Düll und Georg Pezold; von Dr. Hahn. — Zahlreiche Abb. ausgeführter Bildhauerarbeiten. (Z. f. Kunst und Handw. 1912, S. 253.)

Denkmäler.

Kaiser Wilhelm-Turm mit Blockhaus auf der hohen Acht; Arch. Freih. v. Tettau. — 1 Tafel. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 227.)

Bismarck-National-Denkmal bei Bingerbrück (s. **1912**, S. 409). Abbildungen zweier Entwürfe des Arch. Hartmann in Grunewald. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 191.)

Wettbewerb für eine Bismarckwarte auf der Höhe von Westend bei Berlin. — Abbildungen der Entwürfe von Bruno Schmitz in Charlottenburg, Emil Schaudt in Berlin und R. Leibnitz in Berlin. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 170.)

Rudolf Virchow-Denkmal in Berlin; Bildhauer Fritz Klimsch in Charlottenburg. — 1 Tafel. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 95.)

Entwurf für ein Grabmal; Arch. Bruno Möhring. — 1 Tafel. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 100.)

Grabdenkmal Wirth in Berlin, Matthäikirchhof; Arch. Bruno Möhring. — 1 Tafel. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 183.)

Grabmal Oskar Haußmann in Traben a. d. Mosel; Arch. Bruno Möhring. Sarkophag mit Bronzedeckel. — 1 Tafel. (Berliner Arch.-Welt 1911, S. 99.)

Zweiter Wettbewerb für ein Welttelegraphen-Denkmal in Bern. Bericht des Preisgerichtes und Abbildungen der preisgekrönten Entwürfe. — 4 Tafeln und Textfig. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 242.)

Denkmal für die Opfer der französischen Revolutionen; Bildhauer Moreau-Vauthier. Von der Stadt Paris in der Rue Gambetta am Père-Lachaise errichtetes monumentales und wirkungsvolles Denkmal in Gestalt einer mit mehr oder weniger plastisch hervortretenden Figuren besetzten Mauer. (Construct. moderne 1912, S. 237.)

Denkmal für den Dichter Goudelin in Toulouse; Bildhauer Charles. Kurzer Text. — Mit 1 Tafel. (Construct. moderne 1912, S. 175.)

Freiheits-Denkmal für Cadix. Abbildung des Modells des Bildhauers Parera. (Construct. moderne 1912, S. 209.)

Städtebau.

Gartenvorstadt Stockfeld (s. **1912**, S. 502). Preis eines Familiendoppelhauses 9700 M., Miete für eine Wohnung von 3 Zimmern und Zubehör 324 M. — Mit Vogelperspektive und zahlreichen Textfig. (Deutsche Konkurrenzen 1911, Heft 312 und 314.)

Städtebauliche Entwicklung von Prag; von Dr. Brinckmann in Aachen. — Mit Lageplänen und 1 Tafel. (Deutsche Bauz. 1911, S. 853, 881.)

Bebauungsplan Bannfeld-Olten. Programm des Wettbewerbs und Abbildungen der preisgekrönten

Entwürfe. — Mit zahlreichen Lageplänen und Ansichten. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 115.)

Wettbewerb für die Gartenstadt am Gurten bei Bern. Bericht des Preisgerichts und Abbildungen der preisgekrönten Entwürfe. — Mit zahlreichen Textfig. und Lageplänen. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 168, 187.)

Wettbewerb für einen Bebauungsplan des Vogelsangareals in Winterthur. Bericht des Preisgerichts und Abbildungen des mit dem I. und II. Preis gekrönten Entwurfs der Arch. Bridler und Völki in Winterthur und Bischoff und Weideli in Zürich. — Mit Lageplänen und zahlreichen Textfig. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 296, 314.)

Verschiedenes.

Wettbewerb der École Des Beaux-Arts in Paris. Architektonische Ausschmückung einer Flußinsel. Preis der amerikanischen Architekten. — Mit Plänen der beiden besten Entwürfe. (Construct. moderne 1912, S. 173.)

Provisorische Festsäle für das Jubiläum des Bankhauses Schickler in Berlin; Arch. Bruno Möhring. — 7 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 237, 278.)

Eingang des Untergrundbahnhofs Bayrischer Platz in Berlin; Arch. Schaudt in Berlin. — 1 Tafel. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 122.)

B. Heizung, Lüftung und künstliche Beleuchtung,

bearbeitet von Dr. Ernst Voit, Professor in München.

Heizung.

Neue Anordnung von Sulzer-Heizkesseln für ausgedehnte Heizanlagen. Aus gußeisernen Elementen zusammengesetzter Großkessel von 1,8 m Breite, 1,8 m Höhe und 2,1 m Tiefe. Die Warmwasserkessel haben eine Heizfläche von 37,5 qm und eine stündliche Leistung von 320000 W. E., die Niederdruckdampfkessel eine Heizfläche von 33,8 qm und eine Leistung von 288000 W. E. Für einen Wasserkessel von 27,4 qm Heizfläche werden die Versuchsergebnisse, nämlich Rauchgastemperatur, Kokeverbrauch, Kesselleistung, Zugstärke und Wirkungsgrad angegeben. Schließlich wird eine Gruppe von Niederdruckdampfkesseln beschrieben, die aus sieben Einzelkesseln zusammengebaut ist und eine Leistung von 1566000 W. E. hat. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 645.)

Neue Leistungsversuche an einem Warmwasserheizkessel mit Braunkohlenziegeln; von Dr.-Ing. Ernst Becker. Bei Versuchen an einem Universal-Gliederkessel von Höntsch & Co. in Niedersedlitz wurde die Beschickung mit je 70 kg Senftenberger Braunkohlenziegeln in der Weise vorgenommen, daß man die glühende Kohle nach dem hinteren Ende des Rostes zusammenschob und die neue Kohle vorn aufgab. Der Wirkungsgrad der Heizung ergab sich im Mittel zu 73,4 %. Es ist damit nachgewiesen, daß man bei Warmwasserheizungen nicht mehr auf die Verwendung hochwertiger Brennstoffe, wie Koke oder Anthrazit angewiesen ist. — Mit Abb. (Z. d. Bayer. Rev.-Ver. 1912, S. 123; Gesundh.-Ing. 1912, S. 729.)

Bewertung von gußeisernen Zentralheizungskesseln; von Dipl.-Ing. Fichtl. Bei der Auswahl eines Kessels ist auf folgende Forderungen zu sehen: 1. der Belastungsgrad ist richtig zu wählen; 2. der Wirkungsgrad muß möglichst hoch sein; 3. der Anschaffungspreis und die Einrichtungskosten müssen eine normale Verzinsung des Anlagekapitals ermöglichen. Wie diesen Forderungen entsprochen werden kann, ist genauer erörtert. — Mit Abb. (Z. d. Bayer. Rev.-Ver. 1912, S. 141.)

Warmwasserheizung nach der Einrohranordnung mit zeitweisem motorischen Umtrieb; von Dipl.-Ing. Brune. Beschreibung einer für ein Schulhaus gebauten Warmwasserheizanlage, die bis 0° als Schwerkraftheizung und bei größerer Außenkälte mit motorischem Umtrieb arbeitet. Die Heizflächen sind für eine tiefste Außentemperatur von — 25° berechnet, wobei die Heizwassertemperatur beim Eintritt in die obersten Heizkörper mit 110° angenommen ist. Die Einrohr-Rohrleitung ist für einen Wärmebedarf bestimmt, der sich bei 0° Außentemperatur ergibt. Beim Anheizen, besonders bei strenger Außenkälte, wird der Motor eingeschaltet, wobei ein Temperaturunterschied von höchstens 10° zwischen Vor- und Rücklauf eintritt. Nach genügender Erwärmung der Schulräume arbeitet nach Ventilumstellung die Heizanlage als Schwerkraftheizung nach der Einrohranordnung weiter. Hierbei beträgt das Temperaturgefälle 25° bis 30°. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 590.)

Neue Etagenheizung; von Obering. H. Kraus in München. Im Keller ist eine gemeinsame Luftkompressoranlage mit elektrischem Antrieb. Der Luftkompressor drückt die Luft in einen Windkessel, von dem ein Luftrohr durch sämtliche Stockwerke hindurchführt und in jedem Stockwerk durch ein Abzweigrohr Luft in das Ausdehnungsgefäß des Stockwerkes einleitet. Ein im Rücklauf der Warmwasserheizung angebrachter Temperaturregler betätigt das Lufteinlaß-Ventil am Abzweigrohr, so daß eine zentral regelbare Schnellstromheizung mit Umtriebshöhen von 500 mm und mehr herzustellen ist. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 624.)

Abwärmeverwertung bei Verbrennungskraftmaschinen; Vortrag von K. Kutzbach. Wärmebilanz der Auspuffdampfmaschine im Vergleich zur Verbrennungsmaschine. Wenn auch die Abwärmeverwertung bei Verbrennungsmaschinen weniger günstig als bei Auspuffdampfmaschinen ist, wird neuerdings die Kühlwasserwärme und die Auspuffwärme auch bei den Verbrennungskraftmaschinen immer mehr verwertet. Von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg hergestellte Abwärmeverwerter, und zwar ein stehender und ein ausziehbarer liegender Heizrohrkessel. Nachweis der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Anlagen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1206.)

Wasserkraftwerk, Heizungskraftwerk und Lichtwerk; von Dr.-Ing. L. Schneider (s. 1912, S. 506). — Mit Abb. (Bayer. Ind.- u. Gewbl. 1912, S. 311, 321).

Heizung, Lüftung und Badeeinrichtung im Heiligenbergschulhaus in Winterthur; von M. Hottinger. Einzelheiten der Anlage. Die Heizung ist im Hauptbau eine Warmwasser-, im Turnhaus eine Niederdruckdampfheizung; die Lüftungsanlage der Schulräume ist Pulsionslüftung mit Druckventilator im Hauptzuluftkanal. Im Abluftkanal des Bades ist außerdem ein Saugventilator; die Schulküche hat nur einen Abluftkanal mit Saugventilator; die Milchküche, die Handfertigkeitsräume, der Kesselraum und die Aborte sind nur mit Abluftkanal versehen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1565.)

Kirchenheizungen; von Dipl.-Ing. Brune. Der Neubau der Markuskirche in Plauen (s. oben) erhält eine Fußbodenheizung und Lokalheizkörper, die an den Hauptabkühlungsstellen aufgestellt werden. Für die Fußbodenheizung dient ein geschlossenes Netz von Rohrkanälen im Fußboden des Kirchenschiffes, die in einem größeren begehbaren Kanal beginnen und endigen, in dem Rohrschlangen die Umlaufluft erwärmen. Durch einen in den Kanal eingebauten Ventilator wird die in den Betonröhren befindliche erwärmte Luft in beständigen Umlauf gehalten und gibt dabei die Wärme an den Fußboden des Kirchenschiffes ab. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 610.)

Ausnützung der Wärme elektrischer Transformatoren für Luftheizung; von Boehmer. Für den Fall, daß zwei Transformatoren von je 120 K. W. Leistung in einem Kellerraume von 5 m Länge, 5 m Breite und 3 m Höhe aufgestellt sind, stellt sich die Vorwärmung der Heizluft bei einer stündlichen Luftmenge von

	0	100	200	500	1000 cbm
auf	27,2	22,3	19	13	8,5 ° C.

Die dem Transformatorenraum mindestens zu entnehmende Luftmenge ergibt sich aus der Bedingung, daß die Temperatur des Transformatorenraumes 35 ° C nicht überschreiten darf. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 611.)

Vereinfachte Wärmedurchlässigkeits-Berechnungen; von R. Meisterhans. Wenn die Höhen, Mauerdicken und Fenster in einem Stockwerk dieselben sind, kann man den Wärmeverlustbeiwert statt für 1 qm für 1 m Mauer oder Fensterbreite einsetzen; die Fensterfläche wird dabei nicht von der Mauerfläche abgezogen, sondern mit dem Unterschiedsbeiwert von Fenster gegen Mauer in Rechnung gebracht. Bei Eckzimmern kann für die beiden Außenwände der Mittelwert der Zuschläge für die Einzelwände genommen werden. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 740.)

Sind die Berechnungsweisen der Zentralheizungstechnik verbesserungsbedürftig? Nach Dipl.-Ing. O. Ginsberg sind die Wärmebedarfsberechnungen der Verbesserung bedürftig, doch kann das nur durch umfangreiche Versuche erreicht werden. Obwohl die Rohrleitungen für Dampf und Kondenswasser sich aus praktischen Gründen der genauen Rechnung entziehen, sind doch genügende Unterlagen vorhanden, um stets den gewünschten Erfolg zu erzielen. Bei Leitungen für Schnellumlaufheizungen ist man auf Versuchsergebnisse angewiesen, deren Erlangung keine besondere Schwierigkeiten bereitet, die aber für jede Schnellumlaufeinrichtung besonders ermittelt werden müssen. Für Warmwasserheizungen sind praktisch ausreichende Rohrleitungsberechnungen anzustellen. Die theoretische Genauigkeit ist festzustellen, wenn die im Gange befindlichen Versuche über die Widerstandszahlen abgeschlossen sind. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 717, 734.)

Klimatische Verhältnisse Italiens in bezug auf die Bemessung der Heizeinrichtung; von Ing. C. A. Gullino. Für eine Reihe italienischer Städte werden angegeben die niedrigste Außentemperatur, die mittlere Temperatur des kältesten Tages und die mittlere Wintertemperatur in Graden C; ferner für einige Städte die niedrigste Außentemperatur im Laufe der letzten 50 Jahre und die niedrigste Temperatur in kalten, mittleren und warmen Wintern. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 739.)

Berechnung des Wärmebedarfes zur Beheizung von Wohnräumen in der heißen und in den gemäßigten Zonen; von Ing. Gullino. Nach den Rietschelschen Angaben wird der Wärmebedarf von Wohnräumen mit ununterbrochener Heizung als ausschließlich durch die Wärmedurchlaßverluste hervorgerufen angenommen; dabei werden in den üblichen Beiwerten die Verluste durch natürliche Lüftung durch einen prozentualen Zuschlag berücksichtigt. Wenn aber, wie dies in wärmeren Ländern als Deutschland vorkommt, die Lüftungsverluste einen größeren Bruchteil der Wärmedurchlaßverluste ausmachen, ist es besser, die Lüftungsverluste getrennt zu berücksichtigen. In wärmeren Gegenden haben die meisten Gebäude stärkere Mauern mit größerer Wärmeaufnahmefähigkeit, auch folgen bei kaltem Wetter die Schwankungen der Außentemperatur rasch aufeinander. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 621.)

Technischer Energiebedarf in neueren Krankenanstalten; von Dr. L. Dietz. Auf Grund der für 81 Anstalten ermittelten Verhältnisse kann der stündliche Wärmebedarf W für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Apparatebetrieb nach der Formel $W = c \cdot B^{1,12}$ ermittelt werden, wobei B die Zahl der Betten und c eine Unveränderliche ist, die für Heizung zu 1540 bis 2600 und im Mittel 2000, für Lüftung zu 415 bis 700 und im Mittel 540, für Warmwasserbereitung zu 515 bis 870 und im Mittel 670, für Apparatenbetrieb zu 360 bis 610, im Mittel 470 angenommen werden kann. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 637, 686.)

Lüftung.

Dauer der Fensterlüftung; von Dr. M. Berlowitz. Die größte Lüftungsdauer Z ergibt sich in Minuten nach $Z = \frac{1,18\ V}{F\sqrt{(t_m - t_0) \cdot H}}$, wobei V den Rauminhalt in cbm, F die Gesamtfläche der Oeffnungen in qm, H die gesamte Höhe der Oeffnungen in m, t_m die mittlere Raumtemperatur in ° C und t_0 die Außentemperatur in ° C bedeuten. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 589.)

Schädlichkeit der Ozonlüftung. Nach Dr. Konrich ist es falsch, Ozonerzeuger zur Luftverbesserung von Wohnräumen zu benützen, da in größeren Mengen vorkommendes Ozon Vergiftungen hervorrufen kann. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 648.)

Luftfilter; Vortrag von Metzkow. Bei der mechanischen Reinigung der Luft sind zwei Gruppen von Vorrichtungen zu unterscheiden, die Durchgangsfilter und die Streiffilter. Von den ersteren werden die Filter von Möller und Haberl hervorgehoben unter Angaben für die Widerstände, von den letzteren diejenigen von Grove erwähnt. Bemerkungen über die Zweckmäßigkeit der Filter. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 648.)

Entnebelung von Schlachthallen und Kutteleien und die Anlage im neuen Schlachthofe zu Gießen; von Wettlaufer. Zur Einführung mäßig warmer trockener Luft in die mit Nebel gefüllten Räume bestreicht die durch einen Schlot über dem Dach der Heizkammer entnommene Luft unter der Saugwirkung des Ventilators die heißen Rippenheizrohre des Erhitzers, tritt dann in den Ventilator und wird von diesem durch Kanäle nach den Austrittsöffnungen gedrückt, durch die sie in den zu entnebelnden Raum gelangt. Die Regelung der einzuführenden Luftmenge und ihre Erwärmung erfolgt sowohl durch den Tourenversteller am Elektromotor, der den Ventilator treibt, als durch Ein- und Ausschalten der Rippenheizrohre. Zur Abführung der mit Feuchtigkeit geschwängerten Luft dienen über Dach geführte Schächte mit Ventilationshüten. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 708.)

Heizungs-, Lüftungs- und Entstaubungseinrichtungen in der Schuhfabrik von C. F. Bally A.-G. in Schönewerd. Die Maschine der Kraftzentrale ist für Zwischendampfentnahme zu Heizzwecken gebaut; die stündliche erforderliche Wärme von 680000 W. E. wird durch Niederdruckdampf von 0,15 Atm. geliefert. Als Heizkörper dienen Radiatoren und schmiedeeiserne Rohrschlangen. In Verbindung mit der Heizanlage arbeitet die Lüftungsanlage. Der in den Arbeitssälen sich entwickelnde Staub wird durch Saugventilatoren beseitigt, durch die eine 9,7 malige Lufterneuerung erzielt wird. Damit hierdurch im Winter der Wärmebedarf nicht eine unzulässige Höhe erreicht, werden zwei Drittel der durch Filterung gereinigten Abluft wieder der Frischluft beigemengt. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1912, I, 333, 349; Gesundh.-Ing. 1912, S. 711.)

„Frischluft oder Umlaufluft?"; eine wirtschaftliche Betrachtung der Entstaubungs-, Heizungs- und Befeuchtungsanlagen in Textilfabriken. Ing. O. Gerold bemerkt, daß Dr. Götting durch einwandfreie Untersuchungen nachgewiesen hat, daß die Luft im Arbeitsraum bei Umlauflüftung mit Filterung weder zu großen

Gehalt an Staub noch an Kohlensäure habe. (Dinglers polyt. J. 1912, S. 450, 469, 488; Gesundh.-Ing. 1912, S. 730.)

Künstliche Beleuchtung.

Elektrische und Petroleum-Beleuchtung; von Dr.-Ing. B. Monasch. Ein Vergleich der Betriebskosten einer elektrischen Wolframglühlampe und einer Petroleumlampe ist nicht auf Grund der wagerechten Lichtstärken zulässig. Ein Vergleich beider Lichtquellen auf Grund des spezifischen Verbrauchs der wirklich erzielten Beleuchtung in Lux für 1 qm beleuchteter Fläche zeigt, daß eine Ersparnis an Betriebskosten zugunsten der elektrischen Wolframlampe gegenüber der Petroleumlampe für alle Tarife besteht, bei denen die Kilowattstunde billiger als 92,5 Pf. verkauft wird und 1 Liter Petroleum 20 Pf. kostet. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1912, S. 738.)

Günstigste Beanspruchung und zulässige Lichtabnahme von Glühlampen; von Dr.-Ing. L. Bloch. Allgemeine Gleichungen für die günstigste Beanspruchung und Lichtabnahme von Glühlampen. Nach den beigegebenen Zahlentafeln ist bei den heutigen Strom- und Lampenpreisen die jetzt übliche Beanspruchung der Lampen für die gebräuchlichsten Arten annähernd die günstigste. Die Metallfaden- und Metalldrahtlampen wechselt man am besten aus, wenn sie 20 bis höchstens 25 % an Lichtstärke abgenommen haben. — Auch für Kohlenfadenlampen werden die in der Praxis vorliegenden Verhältnisse erörtert. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1912, S. 791.)

Neue Metallfadenlampen; G. L. Morill. Die Leuchtkraft des Fadens hängt von dem mehr oder weniger guten Vakuum, die Wirtschaftlichkeit von dem Energieverlust durch Wärmeleitung ab. Der Widerstand des Metallfadens wächst mit der Temperatur, während derjenige des Kohlenfadens mit ihr abnimmt. Gefügeänderung der Faden bei höherer Temperatur. (J. of the Franklin Instit. 1911, S. 391; Bayer. Ind.- u. Gewerbebl. 1912, S. 327, mit Abb.)

Neue Metalldampflampe mit weißem Licht; von Dr. Wolfke. Versuchsergebnisse von Metalldampflampen mit starren Elektroden zur Erlangung einer weißen Lichtfarbe und einer besseren Wirtschaftlichkeit. Das günstigste Elektrodenmaterial ist eine Kadmium-Quecksilber-Legierung; die Lampen mit Legierungsanoden sind bedeutend wirtschaftlicher als die mit Graphitanoden und erreichen bei 150 Watt Belastung 1 Watt/Kerze und bei 600 Watt weniger als 0,2 Watt/Kerze, während bei den letzteren diese Werte erst bei 700 bzw. 1100 Watt Belastung erreicht werden. Als brauchbare Zündvorrichtung sind eine Kippzündung mit einer beweglichen Graphitanode und eine Beschlagzündung erkannt, bei der der Lichtbogen beim Schließen des Stromes durch das Verdampfen des auf den Wänden sich bildenden Metallbeschlages entsteht. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1912, S. 917.)

Praktische Ergebnisse einer Bogenlampenbeleuchtung an einem Hochspannungsnetz. Die von Ad. Heß in der Turiner Weltausstellung installierte Bogenlichtbeleuchtung mit 6000 Volt Spannung bestand aus 240 Kontaktlampen, jede für 10 Amp. und 2500 Kerzen, die in zwei Reihen geschaltet waren. Die Abendbeleuchtung von vierstündiger Dauer stellte sich auf 22,5 M. für Kohlenverbrauch, 22,5 M. für Wartung und 45 M. für Unterhaltung, also auf 4,5 Pf. für 1 Lampenstunde. Die Anlagekosten sind bedeutend geringer als bei den alten Niederspannungsanlagen. (Bayer. Ind.- u. Gewerbl. 1912, S. 368.)

Wolfram-Quecksilber-Bogenlampe. Bei der gewöhnlichen Quecksilber-Bogenlampe, die als negative Elektrode Quecksilber, als positive Eisen hat, wird die Beleuchtung wegen des Fehlens der roten Strahlen unzweckmäßig; bei der neuen Lampe ist das Eisen durch Wolfram ersetzt und dadurch wird ihr Licht dem Sonnenlicht ähnlich. (Bayer. Ind.- u. Gewerbl. 1912, S. 297.)

Neue Wechselstrom-Quarzlampe; von Ing. F. Girard. Der Wechselstrombrenner hat eine Schaltung wie ein Quecksilberdampf-Gleichrichter und hat zwei Anoden und eine Kathode. Die Kippzündung wird nur möglich durch Einfügen einer Längsscheidewand in den Kathodenzweig des Brenners und erfolgt nur dann, wenn im Unterbrechungsmoment die Anode Plus- und die Kathode Minuspolung führt. Bei 46 Gleichstrom-Quarzlampen mit rotierendem Umformer läßt sich eine jährliche Ersparnis von rd. 8600 M. bei um 50 % größerer Gesamthelligkeit gegenüber 73 Wechselstrom-Reinkohlenbogenlampen erzielen. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1912, S. 676.)

Preßgas oder Bogenlicht für Straßenbeleuchtung. Heyck stellt für beide Beleuchtungsarten aus der Praxis gesammelte Angaben zusammen über die Eigenschaften, die Leistung und die Betriebskosten. Die Betriebskosten für beide Beleuchtungsarten sind etwa gleich, wenn die Kilowatt-Stunde 3 mal so viel kostet wie 1 cbm Gas; in der Praxis kostet sie aber höchstens doppelt so viel. An Betriebssicherheit, Betriebsbereitschaft und Aussehen ist die elektrische Beleuchtung der Preßgasbeleuchtung überlegen. (Elektrot. Z. 1912, S. 872.)

Untersuchung der Strahlung künstlicher Lichtquellen; von Houston. Versuche an verschiedenen Lichtquellen über den „Lichteffekt", nämlich den Energiewert der sichtbaren Strahlung, und den „Nutzeffekt", nämlich das Verhältnis des Energiewertes der sichtbaren Strahlung zu der verbrauchten Energie. (Electrician 1911, Bd. 67, S. 860, 899, 937, 966 und Bd. 68, S. 17, 64, 107, 187, 397, 479; auszüglich Elektrot. Z. 1912, S. 899.)

C. Wasserversorgung, Entwässerung und Reinigung der Städte,

bearbeitet von Dipl.-Ing. C. Kellner, Ingenieur der städtischen Kanalisation und Wasserwerke in Hannover.

Oeffentliche Gesundheitspflege.

Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Volksbäder. Heft 2 des VI. Bandes bringt einen Vortrag des Badeinspektors Nuß in Essen über einen Musterentwurf zur Verminderung der Anlagekosten von Volks- und Vollbadeanstalten. Ferner enthält das Heft noch folgende Abhandlungen: Volksbad und Schulbad für kleinere Städte und das flache Land, von Bürgermeister Twistel in Mewe; über den Nutzen und die Verbreitung des Badens, von Prof. Dr. J. Schreiber in Königsberg; die Förderung des öffentlichen Badewesens in mittleren und kleineren Städten sowie auf dem flachen Lande, von Reg.- und Baurat Fiebelkorn in Königsberg und Medizinalrat Dr. Schaefer in Gumbinnen. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 472.)

Wasserversorgung, Städtereinigung und Heizung auf der Internationalen Hygiene-Ausstellung zu Dresden 1911. (Deutsche Bauz. 1911, S. 683, 694.)

Neuzeitgemäße Entwässerung von Wohnungsanlagen; Vortrag von Stadtbaurat Fleck in Dresden. (Deutsche Bauz. 1911, S. 786, 795.)

Französischer Gesetzentwurf betr. die Reinhaltung und gegen die Verunreinigung der Gewässer. (Revue d'Hygiène 1912, S. 655, 844, 1086; Wasser u. Abwässer 1912, S. 153.)

Zum Entwurf des preußischen Wassergesetzes. Entnahme von Wasser aus oberirdischen und unterirdischen Wasserläufen und deren Verunreinigung im Gemeingebrauch

und durch den Eigentümer. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 563; Wasser u. Abwässer 1912, S. 153.)

Die Vorbereitungen zum preußischen Wassergesetz; von Prof. Dr. Precht. Gegen die Forderung der Landwirtschaft, es sollen die Flüsse nur für die landwirtschaftlichen Abwässer geöffnet sein, soll von der Regierung verlangt werden, daß die Industrie in dem Gesetzentwurf mit der Landwirtschaft behandelt werde. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 151.)

Zum Entwurf eines preußischen Wassergesetzes; von Sahm. Eigentumsrecht, Benutzung der Wasserläufe, Verleihung, Wassergenossenschaften, Wasserbücher, Wasserbeiräte. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 1; Wasser u. Abwässer 1912, S. 152.)

Zur Abwässerfrage im neuen preußischen Wassergesetzentwurf; von Prof. Dr. Rohland. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 82.)

Neuerungen auf dem Gebiete der Leichenverbrennung. Nach Baurat Kergel ist ein ununterbrochener Betrieb ohne wiederholtes Anheizen des Einäscherungsofens möglich. Der Krematoriumsofen von Giddings wird durch elektrische Widerstände beheizt. Conley wendet elektrische Flammenbogen an. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 90.)

Wissenschaftliche Behandlung der Rauchfrage. Vorschlag, Raucheinheiten aufzustellen. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 515.)

Das Badewesen auf der Internationalen Hygiene-Ausstellung Dresden 1911 (s. 1912, S. 509); von H. Schilling. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 403, 521.)

Die Rauch- und Rußplage und ihre Bekämpfung. (Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medizin u. öff. Sanitätsw. 1912, Bd. 1, Supplementheft, S. 67.)

Ablaugen der Sulfitzellulosefabriken als Staubbindemittel. (Rauch u. Staub 1912, S. 252; Wasser u. Abwässer 1912, S. 144.)

Wasserversorgung.

Allgemeines. Gegenwärtiger Stand der Hydraulik, insbesondere Hydraulik des Maschineningenieurs; von Prof. A. Budau. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 193, 209, 225.)

Grundwasserstudien im Flachland zwischen Maas und Rhein; von W. C. Klein-Heerlen, niederländ. Staatsgeologen. Besprechung der für die Wassergewinnung in Betracht kommenden verschiedenen Bodenschichten gleichmäßiger Durchlässigkeit. Bei dem steigenden Wasserbedarf wird in Zukunft das Aufsuchen von wasserbringenden Spalten und die Benutzung der Spaltenwasser noch mehr Beachtung finden. (J. f. Gasbeleucht. u. Wasservers. 1912, S. 703.)

Künstliche Quellenspeisung; von Geh. Oberbaurat Dr.-Ing. Sympher. Unter Anerkennung der von Ingenieur Lévy-Salvador im Génie civil 1911 gemachten Vorschläge zur Verbesserung der französischen Flußwasserverhältnisse wird insbesondere auf die künstliche Speisung unterirdischer Sammelbecken mit Oberflächenwasser eingegangen. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 296.)

Bedeutung des Grundwasserstandes; von Geh. Oberbaurat Dr.-Ing. H. Keller. Vortrag gehalten in der Sitzung der 13. Kommission des preußischen Abgeordnetenhauses am 16. 7. 12. Der preußische Wassergesetz-Entwurf schränkt das Eigentum am unterirdischen Wasser ein. Diese durchgreifende Aenderung des Rechtes am Grundwasser ist durch die gänzlich veränderten neuzeitlichen Verhältnisse bedingt. Der Bedarf der Städte und Landgemeinden und der Industrie an Grundwasser hat sich gewaltig gesteigert und wächst noch. Das Grundwasser ist jedoch kein Ding an sich, sondern eine Erscheinungsform im natürlichen Kreislauf des Wassers, wie die Wechselbeziehungen zwischen Grundwasser und Wasserläufen, Niederschlagshöhen, Verdunstungs- und Versickerungsmengen und Pflanzenwuchs beweisen. An 8000 Punkten werden stetige Grundwasserbeobachtungen z. Z. schon vorgenommen und es ist die Ausdehnung dieser über ganz Preußen in Aussicht genommen, um eine bessere Kenntnis der Grundwasserverhältnisse für die neue Regelung des Rechts am Grundwasser zu bekommen. Den Zusammenhang zwischen Fluß- und Tiefengrundwasser beweist die wechselnde Wasserführung der Havel. Um welch große Wassermassen es sich hierbei handelt, zeigt die Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung Groß-Berlins. Das Wassergesetz will die erleichterte Ausnutzung des vorhandenen Wasserschatzes, aber auch dessen Erhaltung und Wiederergänzung. Nur wo zum Schaden Dritter eine Verminderung des Grundwassers eintritt, soll eine Entschädigung erfolgen. Für die Erhaltung des Wasserschatzes hat die neuzeitliche Wasserwirtschaft eine ganze Anzahl Mittel. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 461.)

Neue Methoden der Trinkwasserreinigung zur Wasserversorgung der Städte; von städt. Baurat A. Swetz. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 417, 441.)

Untergrundsperren zur Bekämpfung der Wassernot in Deutsch-Südwestafrika; von F. König. Hebung des Grundwasserstandes durch Einbau von Untergrundsperren aus etwa 0,50 m dicken Lettenwänden bis zur wassertragenden Unterschicht und Verzögerung des oberirdischen Ablaufes durch Anlage von vielen Staudämmen in den Flüssen. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 543.)

Gutachten und Wünsche des deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern zu dem Entwurfe eines preußischen Wassergesetzes. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 741.)

Bestehende und geplante Anlagen. Maßnahmen der Wasserwerke an der niederen Ruhr während der Trockenperiode 1911; von Direktor Förster. Da trotz des Einbauens von Stauwehren in das Ruhrbett und der Herstellung von Anreicherungsgräben der Grundwasserstand der Gewinnungsanlagen immer mehr sank, beschloß man Wasser aus dem Rhein im Ruhrbett hochzupumpen bis nach Mülheim hinauf. Hierzu waren 4 Staue und Pumpwerke nötig. Gesamte Stauhöhe $4^1/_2$ m. Das erste Wehr aus Spundbohlen und Sandsäcken wurde mit Pumpanlage in 12 Tagen betriebsfertig hergestellt. Nunmehr eintretende reichere Niederschläge machten die anderen Staue nicht mehr nötig. Die Kosten der gesamten Anlage einschl. Entfernen belaufen sich auf 63000 M., die täglichen Betriebskosten auf 900 M. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 606.)

Wasserversorgung der Würmtalorte, von Fr. Trautner. Erweiterung des Quellwasser-Wasserwerkes durch eine Grundwassergewinnungsanlage mit selbsttätig angetriebener Hochdruckzentrifugale in einem 5 m weiten Schacht von 8 m Tiefe. Von 1896 bis 1911 ist ein Unterschied von 5,5 m zwischen höchstem und tiefstem Grundwasserstand beobachtet. — Mit Abb. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 611.)

Turbinen und Pumpen des Wasserwerkes der Stadt Bochum; von F. Gelpke. Flußgrundwasserwerk; Brunnen mindestens 50 m von der Ruhr entfernt. 1600 P. S. Wasserkraft der Ruhr werden zur Förderung des Wassers ausgenutzt. — Mit Abb. (Z. d. V. deutsch. Ing. 1911, S. 759, 811; J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 706.)

Wasserwerk der Stadt Namslau; Grundwasserwerk von 8 je 14 m tiefen Filterrohrbrunnen mit Enteisenung in geschlossenen Apparaten und Förderanlage von Doppelplungerpumpen und liegenden Dieselmotoren mit 70 cbm Stundenleistung für 7000 Einwohner. Mannesmannrohrnetz; Gegenbehälter. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 766.)

Wasserverbrauch der Stadt Rotterdam. 1904 betrug der tägliche Verbrauch rund 67000 cbm; durch Einführung neuer Wasserbezugsvorschriften, welche eine Kontrolle des Wasserverbrauchs vorsahen und Wasserverschwendung mit Strafe belegten, ward der Verbrauch trotz der Bevölkerungszunahme in 1910 auf 41000 cbm täglich vermindert. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 779.)

Grünwalder Talsperre bei Gablonz in Böhmen. Die Talsperre faßt 2,7 Mill. cbm und dient zur Regelung der Wasserläufe des Riesen- und Isargebirgs. Entleerung durch Rohre von 800 mm lichter Weite. Im rechten Stollen zweigen von der Hauptleitung 2 Leitungen ab; eine 200 mm weite liefert zur Versorgung von Gablonz täglich 4500 cbm, die andere von 300 mm soll späterhin eine Turbinenanlage speisen, um das Wasser in ein Reservoir zu heben, falls die Quellwasserleitung der Stadt nicht mehr genügt. (Nouv. ann. de la construct. 1912, S. 34; Wasser und Abwässer 1912, S. 173.)

Thermalwasseranlagen im Thermalbad Hofgastein. Die Thermalwasserleitung besteht aus innen emaillierten Gußeisenrohren mit 5 cm Korksteinumhüllung. Da Bäder über 40 °C nur selten abgegeben werden, wird eine Abkühlung durch eingebaute, stark verzinnte Kupferrohrschlangen bewirkt, die von Trinkwasser rasch durchflossen werden. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 571; Wasser u. Abwässer 1912, S. 176.)

Wasserversorgung hochgelegener Gebäude. Für die Schneekoppenhäuser und das Observatorium 1605 m überm Meeresspiegel wurde bisher Quellwasser in Fässern von der Riesenbaude hinaufgetragen. Eine Neuanlage sieht ein Hochdruckpumpwerk vor, welches das Wasser 700 m weit und 500 m hoch in einen Hochbehälter auf dem Dachboden eines Hotels drückt. Antrieb durch eine Peltonturbine, auf die mehrere Quellen mit 60 m Gefälle geleitet werden. Als Reserve für Trockenzeiten dient ein Benzinmotor. (Wasser und Gas 1912, S. 98.)

Einzelheiten. Die Wünschelrute; von Dr. Ed Aigner. (Das Wasser 1912, S. 342.)

Neuere Sterilisierungsmethoden für größere Wassermengen, ihre technische und wirtschaftliche Anwendbarkeit; von Direktor H. Peter. Es werden die einfache Sandfilterung mit dem Vorbereitungsverfahren, die amerikanische Schnellfilterung und sodann die Sterilisierungsmethoden mit Chlorkalk, ultraviolettem Licht und Ozon unter Würdigung der technischen und wirtschaftlichen Seite besprochen. Aus vergleichenden Kostenberechnungen will Verfasser nicht den Schluß ziehen, daß ein System für alle Fälle den Vorzug verdiene. Die Chlorbehandlung wird auf dem Kontinente kaum Anklang finden. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 645.)

Desinfektion des Trinkwassers in Wasserleitungen durch Chlorkalk; von Prof. Dr. H. Bruns. Das Verfahren ist in Amerika bei manchen Wasserwerken dauernd in Gebrauch. Im trockenen Sommer 1911 war es auch auf einigen Ruhrwasserwerken 3 bis 4 Monate lang durchgeführt. An einzelnen Stellen wurde über Geschmacksverschlechterung geklagt. Chlorkalk, in Wasser gelöst, wird in solchen Mengen im Sammelbrunnen zugesetzt, daß das Verhältnis des wirksamen Chlors im Chlorkalk etwa 0,5 bis 1 mg auf 1 l Wasser beträgt. Der allergrößte Teil der pathogenen Bakterien im Wasser wird vernichtet, falls das Wasser selbst nur kleine Mengen von oxydierbaren Stoffen enthält. Die Verschlechterung des Geschmackes kann durch nachträglichen Zusatz von Natriumthiosulfat (1 bis 2 mg für 1 l) bekämpft werden. Dieses Desinfektionsverfahren ist unter Umständen brauchbar. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 649.)

Preußischer Ministerialerlaß, betreffend Vorschriften für die Lieferung von gußeisernen Rohren. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 405.)

Missongfilter; von J. Missong. Erwiderung auf die Ausführungen des Dipl.-Ing. Lemberg. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 704.)

Selbsttätige Hauswasserversorgung. Bei den von der Allg. Elektr.-Ges. und der Universal-Rundlaufmaschine G. m. b. H. hergestellten Anlagen erfolgt das selbsttätige Ein- und Ausschalten des Motors nur durch den unmittelbar auf der Pumpe aufgebauten, mit einem Windkessel vereinigten Druckregler. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1911, S. 827; J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 706.)

Schmecken der gewöhnlichen Wasserverunreinigungen. Nach Versuchen von Dr. Glotzbach wurden in weichem Wasser nicht mehr geschmeckt 300 mg Rohrzucker und 150 mg Chlornatrium, während nur 3,92 mg Schwefelsäure und 1,15 mg Schwefelwasserstoff im Liter Wasser deutlich bemerkt werden. Bei hartem Wasser waren die Grenzwerte wesentlich höher. (Z. f. d. ges. Wasserwirtschaft 1912, S. 30; J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 707.)

In einem Erdschacht stehender Hydrant für unmittelbaren Schlauchanschluß; von Heinrich Bürkli. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 464.)

Glockenartiger Verschluß für Entlastungsvorrichtungen bei Wasserbecken wie Talsperren; von A. Müller. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 676.)

Sprengvorrichtung für Rasenflächen in städtischen Straßen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 390.)

Entwässerung.

Allgemeines. Beitrag zur graphischen Ermittelung der Größtabflußmengen in städtischen Kanalnetzen unter besonderer Berücksichtigung von Notauslässen; von Stadtbauinspektor Range. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 77.)

Zerstörung von Zementrohren; von Eger. Nach J. Barth wurde in Schönebeck an der Elbe in 10 Jahren ein Zementrohrkanal durch Laugen einer Chlorkaliumfabrik vollständig zerstört. Ein Goudronanstrich war wertlos. Wenn die Einleitung von Chemikalien, besonders von säurehaltigen Wässern, nicht ausgeschlossen ist, sollen Zementrohre zu Abwässerkanälen nicht verwendet werden. Veröffentlichungen über ähnliche Fälle von Betonzerstörung finden sich in der Tonindustrie-Zeitung 1912, Nr. 26 und 24, ferner im Engineering Record vom 2. Dezember 1911, S. 667. Als Schutzmittel werden empfohlen fette, dichte Zementmischungen, Ueberzüge von Teer oder Asphalt, wasserdichte Umhüllung mit Teerpappe, Auskleidung mit Steinzeug. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 279.)

Mündungsbecken der Newa als Vorfluter für die städtischen Abwässer von St. Petersburg; von G. Wulff. Zu allen Jahreszeiten vorgenommene chemische, bakteriologische und biologische Untersuchungen zur Feststellung des Ablaufes der Abwässer zeigen, daß die vereinigten Abwässer des künftigen Kanalisationsnetzes in nordwestlicher Richtung abgeleitet werden müssen, wenn die Fahrrinne des Seekanales von Verunreinigungen befreit und die gesundheitlichen Verhältnisse von Kronstadt und

des gesamten Südufers nicht gefährdet werden sollen. Bei einer Ableitung entsprechend dem nordwestlichen Bodengefälle werden die vereinigten Abwässer in die Tiefen des Finnischen Meerbusens nördlich von Kronstadt entführt. Eine Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse findet sich in der Rigaschen Industrie-Z. 1912, Nr. 12. — Mit Abb. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 13.)

Flußverunreinigung; von Dr. McLean Wilson. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 139.)

Verunreinigung der Gewässer durch Verbrennung von Torf. Nach einem Torfbrand trat in der Umgebung großes Fischsterben ein. Im Flußwasser fanden sich organische Säuren und reduzierende organische Substanzen. (Chem. Zentralbl. 1912, II, S. 1057; Wasser u. Abwässer 1912, S. 140.)

Das organische und anorganische Abwasserproblem; von Prof. Dr. Rohland. Verteilung der Schädigungen, die durch die anorganischen und organischen Abwässer hervorgerufen wurden, auf beide Arten. Die Verunreinigung der Flüsse geht bis an die zulässige Grenze. Gefordert wird die Errichtung eines reichschemisch-technischen und reichs-biologischen Institutes und die Erweiterung des preußischen Wassergesetzentwurfes auf das ganze Reich. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 126.)

Bestimmung des Verzögerungsbeiwerts für Kanalisationsanlagen. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 33.)

Einfluß der Abwässer der Sulfatzellulosefabriken auf die Fischerei. Schlechter Geruch; Vernichtung der Fischerei in den als Vorflut dienenden Wasserläufen, deren Wasser auch nicht mehr zu Wasch- und Badezwecken verwendet werden kann, bei Einleitung der Abwässer ohne vorhergehende Behandlung. (Papierfabrikant 1910, S. 61; Wasser u. Abwässer 1912, S. 141.)

Bestehende und geplante Anlagen. Zentralkläranlage für Stuttgart. Nach dem durch die städtischen Kollegien genehmigten Entwurf wird zunächst eine Emscherbrunnenanlage ausgeführt, an die sich nach Bedarf eine biologische Reinigung mit Tropfkörpern anschließen kann. Die Abwässer fließen in einem rd. 6 km langen Kanal mit freiem Spiegel zu. 1,8 km Länge sind im Tunnel herzustellen. Die Kosten für den Kanal sind mit 2 Mill. M., für den ersten Ausbau des Sandfanges und der Emscherbrunnen für 315000 Einwohner mit 1,05 Mill. M., für die etwa nötig werdenden Tropfkörper mit 1,8 Mill. M. veranschlagt ohne Grunderwerbskosten. (Deutsche Bauz. 1911, S. 792.)

Kanalisation von Cleveland; von Dipl.-Ing. E. Holter. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 370.)

Anlage zur Klärung städtischer Abwässer von 2000 cbm Tagesleistung; von Dipl.-Ing. W. Herwig. Für eine 25000 Einwohner zählende, nach dem Trennverfahren entwässerte Stadt besteht die Anlage aus einer Rechenkammer bei der Pumpstation, einem zweiteiligen Absitzbecken nach Imhoff, zwei Tropfkörpern, mehreren Absitzbecken zur Klärung des Tropfkörperabflusses, einem Schlammbecken und einer Vorrichtung zur Entkeimung des geklärten Wassers mit Kalziumhypochlorit. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 438.)

Druckluftkanalisation der Stadt Allenstein; von Direktor R. Luckhardt. Die in ihren einzelnen Teilen eingehend beschriebene Anlage hat infolge der eigenartigen Bodengestaltung der Stadt ihre besonderen Vorzüge. Seit 13 Jahren hat sie sich gut bewährt; die wenigen Störungen sind durch Verbesserungen bald beseitigt worden. Anlage- und Betriebskosten sind geringer, als sie bei Verwendung des Schwemmsystems mit Pumpstation geworden wären. Bei der z. Z. vorhandenen Einwohnerzahl von 35000 betragen die Betriebskosten der Druckluftanlage im Jahre für den Kopf 0,67 M. und die Kosten für den ganzen Entwässerungsbetrieb einschließlich Tilgung und Verzinsung aller Anlagekosten 2,66 M. für den Kopf. Die Neubaukosten betrugen einschließlich Erweiterung 692400 M., bei Schwemmkanalisation wären sie auf 1,4 Mill. M. gekommen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 573.)

Jahresbericht der Emschergenossenschaft. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 112.)

Beddington-Klärwerke für 100000 Einwohner und 15000 cbm Trockenwetterabfluß der Orte Croydon und Norbury. Vierfache Reinigung durch Sandfang mit festem Rechen, Absitzbecken, Tropfkörper, Rieselung. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 113.)

Abwässerreinigungsanlage in Lethbridge. Durch die jetzige Ableitung der ungereinigten Abwässer in den Vorfluter waren häufige Typhuserkrankungen in weiter unterhalb liegenden Industriebezirken veranlaßt worden, daher wird für 4500 cbm (Maximum 9000 cbm) Abwässer der 12000 Einwohner zählenden Stadt eine Reinigungsanlage erbaut mit Sandfang, 2 Absitzbecken nach Art der Emscherbrunnen, 2 biologischen Körpern und weiteren Absitzbecken zur Nachklärung. Schließlich wird das Wasser noch mit 1,5 bis 2 Teilen Chlor auf 1000000 Teile Abwässer desinfiziert. (Surveyor 1912, S. 211; Gesundh.-Ing. 1912, S. 512.)

Verwaltungsbericht des Magistrats zu Berlin für das Etatsjahr 1910: Bericht der Deputation für die Kanalisationswerke und Güter Berlins. Das gesamte Entwässerungsgebiet hat einen Flächeninhalt von 6034 ha mit zusammen 1073850 m Straßenleitungen im Betrieb. Abwässermenge täglich 133 l für den Kopf. Betriebskosten für 1 cbm Abwässer 1,58 M., für den Kopf 0,77 M. Flächeninhalt der Güter 17560 ha. Von den Abwässern entfallen auf das Hektar jährlich 12553 cbm. Einnahmen aus den Gütern 6891376 M., von der Kanalisation 11675424 M.; Ausgaben 18597985 M. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 512.)

Untersuchungen über die Kohlebreikläranlage der Stadt Cöpenick; von Weldert und Reichle. Die Abwässermenge beträgt bei 30800 Einwohnern 8000 bis 10000 cbm täglich, Feiertags 2000 cbm. Die Reinigung erfolgt durch Grobrechen und mechanische Klärung unter vorherigem Zusatz von durchschnittlich 1,5 kg Braunkohle und 0,25 kg Tonerdesulfat auf 1 cbm Wasser in 3 Absitzteichen mit unbefestigter Sohle und natürlich geböschten Wänden und von je 56 m Breite und 185 m Länge in der Sohle. Sekundliche Durchflußgeschwindigkeit 2 bis 4 mm. Der Schlamm hat nach mehrwöchigem Lagern nur 60 bis 70 % Wasser und wird unter den Kesseln des Elektrizitätswerkes verfeuert. Die Klärkosten für 1 cbm Abwässer betragen 3,6 Pf. und sollen noch durch Verbesserungen verringert werden. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 133.)

Abwässer-Reinigungsanlage in Ligomèr. Anlage für 2000 Einwohner, bestehend aus Pumpwerk mit Preßluftinjektoren, Abfischbehälter, Emscherbrunnen, Tropfkörpern, sekundären Absitzbecken und Chlorkalkdesinfektionseinrichtung. Die Preßluftinjektoren sollen billiger sein als Zentrifugalpumpen. — Mit Abb. (Eng. record 1912, S. 434; Wasser und Abwässer 1912, S. 146.)

Einzelheiten. Einsatz für Wasserleitungen zur Verhinderung der Rücksaugung; von W. Zingler. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 524.)

Stoßdichtung bei Zementröhren; von Treuherz. Der Nachteil der Verbindung durch Spitz- und Stumpfmuffe oder durch stumpfen Stoß, daß meist die Fuge nicht völlig mit Mörtel ausgefüllt wird, wird nach

einem von Ingenieur Barth angegebenen Verfahren behoben. Die Enden der stumpf zu stoßenden Röhren werden im untern Teil bis Kämpferhöhe innen, über Kämpfer bis Scheitel außen stark abgeschwächt, so daß nach dem Zusammensetzen der Rohre unten innen und oben außen eine breite, keilige Fuge bleibt, die eine völlige Ausfüllung und Dichtung des Stoßes leicht ermöglicht. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 692.)

Fettgewinnung aus dem Abwasser von Bradford. Die Stadtverwaltung hatte aus dem Verkauf des aus den Abwässern gewonnenen Fettes — viel Wollindustrie — einen Reingewinn von 600000 M. Die Fettauszugmaschinen kosteten 1200000 M. (Wasser und Abwässer 1912, S. 141.) — Näheres über Abwässerreinigung in Bradford. (Mitteilg. d. Königl. Prüfungsamts für Wasser und Abwässer 1908, Heft 11.)

Kanalisation von Krankenhäusern und Sanatorien, sowie deren zweckmäßige Durchführung; von Dr. H. Kühl. Es muß eine geruchlose Beseitigung der Abwässer und Fäkalien unter genügender Desinfektion bei den Anlagen zur Abführung und Reinigung möglich sein. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 99.)

Bau der Absitzbecken, ein Ueberblick über 30 Jahre Abwässerreinigung; von R. Hauptner. Nach einem kurzen geschichtlichen Rückblick Besprechung der verschiedenen gebräuchlichen Arten von Sandfängen, Absitz- und Faulräumen mit neben- und hintereinander geschalteten Becken, Klärbrunnen und Klärtürmen. Beschreibung der einzelnen Verfahren ohne und mit Schlammfaulung. Zum Schluß ein vom Verfasser entworfenes Klärbecken mit vorliegenden Schlammbrunnen, sowie ein Klärbecken mit Vor- und Nachschlammfaulraum. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 499.)

Der Karpfenteich am Schlachthof. Ein rationelle Ausnutzung der reichlich vorhandenen Schlachthofabfälle als Fischfuttermittel erscheint wohl möglich, womit die Abwässerfrage eine praktische Lösung findet. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 513.)

Neuerungen auf dem Gebiete der Abwässerreinigung. Beschreibung einer Anzahl neuerer Patente auf eine Vorrichtung, welche die Absonderung von Schwebestoffen als Schwimmschicht ermöglichen soll, auf einen liegenden Kessel zur Klärung unter Luftverdünnung und ein Verfahren zur Entfernung des Schlammes aus Schlamm- oder Faulräumen. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 149.)

Schutzanstriche für Zement oder Beton. Nigrit; Inertol. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 532.)

Kläranlagen und Straßensinkkasten als Brutstätte für Stechmücken. Stechmückenplage im trockenen Sommer 1911. Behandlung des stagnierenden Wassers der Geruchverschlüsse der Straßensinkkasten usw. war mit Kerosen (Petroleum) erfolgreich, mit Kupfersulfatlösung nicht. (Surveyor 1912, S. 434; Wasser u. Abwässer 1912, S. 151.)

E. Eisenbahnbau,

bearbeitet vom dipl. Ingenieur Alfred Birk, o. ö. Professor an der Deutschen Technischen Hochschule in Prag.

Linienführung und Allgemeines.

Lauf steifachsiger Fahrzeuge durch Bahnkrümmungen; von Dr.-Ing. Heumann. Bemängelung der von Ing. Dr. Schlöß (Organ 1912, S. 50) durchgeführten Berechnungen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 257.)

Mitwirkung der Eisenbahnen an den Kriegen in Mitteleuropa; von R. R. Wernekke. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 930.)

Wirtschaftliche Betrachtungen über Stadt- und Vorortbahnen (s. 1912, S. 513); von Gustav Schimpff. Betrachtungen über Linienführung, Bauweise, Baukosten und Anlagen. — Mit Abb. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 849, 1167.)

Kaufmännische Grundlagen der Hoch- und Untergrundbahnen Deutschlands (s. 1912, S. 513); von Privatdozent Dr.-Ing. Fritz Steiner. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 510.)

Verkehrswirtschaftliche Bedeutung der Fehmarnroute (s. 1912, S. 513). (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 997.)

Abschluß der Verstaatlichung der Hauptbahnen und zehn Jahre Staatsbetrieb in der Schweiz; von P. Weißenbach, gewesenem Präsident der Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 815, 1127.)

Genfer Verbindungsbahn. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 50.)

Eisenbahn durch die Wüste Sahara. (Oesterr. Eisenb.-Z. 1912, S. 193.)

Kanadische Ueberlandbahn und ihre wirtschaftliche Bedeutung; von Dr. A. Eversmann. — Mit Karten. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 874, 1202.)

Statistik.

Statistische Nachrichten von den Eisenbahnen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen für das Rechnungsjahr 1910 (s. 1912, S. 423). Gesamtlänge des Bahnnetzes 107724 km, Zuwachs gegen 1909 1,89 %; Betriebslänge 108983 km, Länge der Gleise 189808 km. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 863.)

Betriebsergebnisse deutscher und ausländischer Eisenbahnen im Jahre 1909 (s. 1912, S. 423). (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 877, 894.)

Kgl. württembergische Staatseisenbahnen und Bodensee-Dampfschiffahrt im Jahre 1910 (s. 1910, S. 491). Länge der Bahnen 2039 km, hiervon 526 km doppelgleisig. 442 km — davon 101 km schmalspurig — wurden als Nebenbahnen betrieben. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1015.)

Betriebsergebnisse der Großherzoglich badischen Staatseisenbahnen im Jahre 1911 (s. 1911, S. 278). (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1149.)

Ergebnisse der österreichischen Staatseisenbahnverwaltung im Jahre 1911 (s. 1912, S. 514). (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1073.)

Wiener Verkehrsanlagen im Jahre 1911. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 603.)

Kgl. ungarische Staatsbahnen im Jahre 1910 (s. 1912, S. 242). Betriebslänge 17753 km. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1280.)

Betriebsergebnisse der ungarischen Hauptbahnen im Jahre 1911. Kurze Mitteilung. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1288.)

Eisenbahnen in Dänemark im Jahre 1910/11 (s. 1911, S. 532). (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1326.)

Eisenbahnen in Norwegen im Jahre 1910/11 (s. 1912, S. 136). (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1319.)

Eisenbahnen im Königreich der Niederlande im Jahre 1910 (s. 1912, S. 136). Betriebslänge 3190 km, davon 1469 km doppelgleisig. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1313.)

Rumänische Eisenbahnen im Jahre 1910/11 (s. 1912, S. 136). (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1344.)

Bulgarische Staatsbahnen im Jahre 1909. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1346.)

Serbische Eisenbahnen im Jahre 1910. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1354.)

Eisenbahnen der Türkei im Jahre 1910 (s. **1912**, S. 242). (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1074.)

Belgische Eisenbahnen in den Jahren 1909 und 1910 (s. **1912**, S. 136). (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1265.)

Belgische Eisenbahnen im Jahre 1910. (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 206.)

Hauptbahnen in Frankreich im Jahre 1909. Betriebslänge 40216 km. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1042.)

Betriebsergebnisse der Staatsbahnen und der 5 großen Eisenbahngesellschaften in Frankreich im Jahre 1910 (s. **1912**, S. 423). (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1293.)

Betriebsergebnisse der 5 großen Eisenbahngesellschaften Frankreichs im Jahre 1911. (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 111.)

Betriebsergebnisse der Eisenbahnen Großbritanniens im Jahre 1910 (s. **1912**, S. 242). (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 159.)

Eisenbahnen von Algerien und Tunis im Jahre 1909 (s. **1912**, S. 136). (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 168.)

Schantung-Eisenbahn 1911 (s. **1912**, S. 243). (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1361.)

Betriebsergebnisse der Eisenbahnen Brasiliens im Jahre 1909. (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 91.)

Eisenbahnen in Australien 1909/10. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1047.)

Ausgeführte Bahnen.

Oesterreichische Lokal- und Kleinbahnen. Ausführliche Besprechung ihrer Anlage und ihres Betriebes von Betriebsdirektor a. D. **Liebmann.** — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1912, II, S. 1, 21.)

Eisenbahnen der Umgebung Brüssels und die Verbindungslinie des Nord- und Südbahnhofs. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 149.)

Neue Linie Lauterbrunnen-Wengen der Wengernalpbahn (s. **1912**, S. 425). — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 1, 22.)

London Brighton und Südküstenbahn (s. **1911**, S. 280). Beschreibung der Anlage, der Betriebsmittel, der elektrischen Einrichtung. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1013.)

Dschibuti-Adisabeba, die abessinische Eisenbahn Frankreichs (s. **1911**, S. 279). — Mit Karte. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 814.)

Bagdadbahn (s. **1912**, S. 515). — Mit Uebersichtskarte. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 453.)

Eisenbahnen Brasiliens. Beschreibung außergewöhnlicher Bahnanlagen (s. **1911**, S. 279). — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 12.)

Eisenbahnunterbau.

Rutschungen in dem Abschnitte Ziersdorf-Eggenburg der Kaiser-Franz-Josef-Bahn (Hauptstrecke); von Ing. Dr. **Hans Raschka.** — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 561.)

Vom Bau der Bodensee-Toggenburgbahn. Beschreibung der Rutschungen. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 159.)

Eisenbahnoberbau.

Lösung der Schienenstoßfrage. Regierungs- und Baurat **A. Baum** beschreibt seine ⊥-förmige Schienenbrücke, die mit den Endquerschwellen fest verbunden ist und an der die Schienenenden ohne Vermittelung von Laschen befestigt werden. — Mit Abb. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1912, S. 857.)

Größe der Stufe am unbelasteten Schienenstoß (s. **1912**, S. 424); von Dr. **H. Raschka.** Fehlerberichtigung. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 228.)

Neigung der Laschenanlageflächen von Eisenbahnschienen (s. **1912**, S. 515); von **E. C. W. van Dyk.** Fehlerberichtigung. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 228.)

Verfahren, ausgeschlagene Laschen mit neuen Anlageflächen zu versehen. Geh. Baurat **G. Wegner** bespricht eingehend das **Preßverfahren.** — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 239.)

Abrostungserscheinungen am eisernen Oberbau im Simplontunnel (s. **1912**, S. 424); von **A. Dänzer-Ischer**, Ingenieur der S. B. B. — Mit Abb. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1912, S. 1039.)

Neuere Erfahrungen mit Eisenbetonschwellen (s. **1911**, S. 533). — Mit Abb. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1912, S. 853.)

Neuerungen an Weichen. Oberbaurat **Schmitt** (Oldenburg) bespricht die Erfahrungen mit **Federweichen** (s. **1911**, S. 533). (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 237.)

Bahnhofsanlagen und Eisenbahnhochbauten.

Empfangsgebäude der Bahnhöfe in Hagen (Westf.), Marburg und Treysa. Kurze Beschreibung. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1287.)

Ablaufanlagen auf Verschiebebahnhöfen für Eselsrückenbetrieb. Dr.-Ing. **Sammet** (Karlsruhe) erörtert die Vorschläge von Cauer (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, Nr. 17 u. 18). — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 259, 276.)

Anlagen zur Bekohlung von Lokomotiven. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 311.)

Erweiterung der Bahnanlagen der Pennsylvania-Eisenbahn in Groß-Newyork; von Reg.-Baum. **Lamp.** — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1912, II, S. 48, 67.)

Elektrischer Bahnbetrieb.

Entwickelung, gegenwärtiger Stand und Aussichten des elektrischen Vollbahnwesens; von Kgl. Baurat **G. Soberski.** — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 276, 294, 307.)

Stromversorgung der Vollbahnen. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 487.)

Elektrische Zugförderung auf der Strecke Dessau-Bitterfeld (s. **1912**, S. 244). — Mit Lageplan und Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 957, 969, 985.)

Betrachtungen über den Einfluß der Anlage- und Betriebsbedingungen auf die Wirtschaftlichkeit elektrischer Stadtschnellbahnen; von Ing. **Franz Musil.** — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 465, 481.)

Einrichtung elektrischer Zugförderung auf den Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen

(s. **1912**, S. 515); Denkschrift. — Mit Abb. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1912, S. 983.)

Elektrische Zugförderung in der Schweiz (s. **1912**, S. 425). (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 177.)

Gotthardbahn und Giovi-Linie (s. **1912**, S. 425); von Ing. Dr. W. Kummer. Berechnungen und Messungen des Kraftbedarfs bei elektrischem Betrieb. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 115.)

Betriebsverstärkungen auf dem Bahnnetz des Londoner Innenringes seit Einführung elektrischer Zugkraft (s. **1912**, S. 425); von Regierungsrat a. D. G. Kemmann. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1041, 1053, 1069.)

Aufsergewöhnliche Bahnen.

Schwebebahnen oder feste Seilbahnen. Eisenbahndirektor R. Zehnder-Spörry spricht sich entschieden für letztere aus. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 358) — Entgegnung von Dipl.-Ing. H. Wettich. (Ebenda, S. 617, 631.)

Vigiljochbahn. Seilschwebebahn für Personenförderung. — Mit Abb. (Rundschau f. Technik u. Wirtsch. 1912, S. 355.)

Elektrisch betriebene Hängebahnen in Güterschuppen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 925.)

Seilschwebefähre der Cultuur Mij Panggoongredjo über den Metroravyn bei Kepandjen auf Java. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 552.)

Eisenbahnbetrieb.

Lange aufenthaltlose Eisenbahnfahrten. Prof. Dr. A. Kuntzemüller erörtert die einschneidenden Veränderungen in Deutschland. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1025.)

Vereinfachte Berichtigung von Gleisbögen; von Dr. Johann Basta, Oberinspektor d. k. k. österr. Staatsbahnen in Pilsen. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 633.)

Signalhängebrücke beim Tunnel von Batignolles. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 38.)

Zugsicherungsvorrichtung von Sander und Volz, zwischen Bern und Neuenburg erprobt. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1912, II, S. 17.)

Auffangen von Eisenbahnzügen mittels Gleitprellböcke. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1085.)

Umladen der Güter zwischen Bahnen mit verschiedener Spurweite (s. **1911**, S. 535), wurde auf dem Eisenbahnkongreß 1910 ausführlich erörtert. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1912, S. 819.)

Selbstfahrwesen im Verkehr auf Eisenbahnen im allgemeinen und insbesondere auf Lokalbahnen und Kleinbahnen; Bericht von Ziviling. E. A. Ziffer Edlen von Teschenbruck für den Kongreß des Internationalen Straßenbahn- und Kleinbahnvereins in Kristiania. — Mit Abb. (Mitt. d. Ver. f. d. Förd. d. Lokalb.- u. Straßenbw. 1912, S. 189, 221.)

Eisenbahnunfälle auf den englischen Eisenbahnen im Jahre 1909 (s. **1910**, S. 495). (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 45.)

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. von Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Grundbau.

Gründungsarbeiten für die Museumsneubauten in Berlin. Bei den Bodenuntersuchungen hatte sich ergeben, daß der eine Flügel des Neubaues auf eine 50 ^{m} tiefe und etwa 30 ^{m} breite Spalte des festen Erdreiches zu stehen kommt, die, durch Auswaschung in der Eiszeit entstanden, später mit weichen Bodenmassen ausgefüllt wurde, so daß diese Stelle einen sehr unsicheren Baugrund darbietet, während es andererseits unmöglich ist, die Gründung bis zum festen Boden hinabzuführen. Seitens der Bauleitung wurde eine Ueberbrückung des Spaltes vorgeschlagen, was entweder durch eine zwischen festen, gegen die Talwände sich stützenden Widerlagern ausgeführte, eisenverstärkte Betonwölbung oder durch wasserdichte Schwimm-Kastenträger geschehen könnte, die sich auf beiderseits der Spalte abgesenkte Pfeiler lagern. Das Ministerium der öffentlichen Arbeiten beabsichtigt jedoch, in der Tiefe der ausgeschachteten Baugrube und in der ganzen Grundrißfläche des zu errichtenden Gebäudes den Boden durch eingerammte Holzpfähle zu verdichten, auf diese eine mehr als 10 ^{m} mächtige Sandschüttung zu bringen und dann in Fundamenthöhe eine durchlaufende starke Eisenbetonplatte zu verlegen. (Deutsche Bauz. 1912, S. 738.) — Nach neueren Mitteilungen soll die Schlucht mit einem schiefen Gewölbe von 28 ^{m} Spannweite überbrückt werden, dessen Widerlager auf festen Diluvialsand zu stehen kommen. Zur Verdichtung der Schlammassen sind außerdem Pfahlrammung und Sandschüttung vorgesehen. Die Hebung des abgesenkten, in dieser Tiefenlage den benachbarten Gebäuden schädlich werdenden Grundwasserstandes soll demnächst voraussichtlich bald wieder erfolgen können. (Daselbst, S. 760.) — Dem gegenüber wird ausgeführt, daß die Spannweite des schiefen Gewölbes mit 28 ^{m} zu gering bemessen erscheint. Außerdem wird die Wirkung der Sandschüttung unter dem Brückengewölbe angezweifelt, da diese bald absacken müßte. (Daselbst, S. 775.)

Ueber die Gründung des Straßburger Münsters wird mitgeteilt, daß der innere Turmpfeiler, wie die Untersuchung ergeben hat, nicht auf einem besonderen Fundament ruht, sondern durch die Kreuzung zweier alter Fundamentmauern eines früheren Bauwerks, und zwar nicht vollständig, unterstützt wird. Auf jeder Seite springt er etwa um 1,4 ^{m} vor, weshalb s. Zt. an der Nordwestecke ein Bruchsteinpfeiler zur Verstärkung ausgeführt wurde, während auf der Südostecke, also nach dem Kirchenschiff zu, eine solche fehlt. Dadurch erklären sich die Risse im ersten Mittelschiffpfeiler. Außerdem liegt zwischen dem alten Fundament und dem Turmmauerwerk eine 20 ^{cm} starke schwarze Humusschicht und die Pfähle unter dem alten Fundament sind verfault, so daß dieses auf einem durchlöcherten Letteboden steht. Man hat sich dafür entschieden, das alte Fundament stückweise vollständig zu erneuern und bis auf die 8,1 ^{m} unter dem Kirchenfußboden liegende Kiesschicht hinabzuführen. Für die Abfangung des mit 7 Mill. ^{kg} schwer belasteten Turmpfeilers werden Stützen aus Holz und Beton vorgesehen und dafür zurzeit Pläne ausgearbeitet. (Beton u. Eisen 1912, S. 413.)

Erweiterung der Gründung eines Brückenpfeilers. Die Brücke über den Cuyahoga-Fluß in Cleveland wird durch eine neue, schwerere ersetzt. Es mußten daher die Pfeiler von 18 $\times$ 9,6 ^{m} auf 21,6 $\times$ 13,9 ^{m} Grundfläche verbreitert werden. Dies erfolgte auf Pfahlrosten mit Betonabdeckung, die um die alten Pfahlrostgründungen geschlagen wurden. Der Rammplan wird

mitgeteilt. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 716.)

Gründungsarbeiten des Tall Warehouse-Gebäudes in Newyork. Der Boden wurde mit einer Dampfschaufel ausgehoben; die eisernen Spundbohlen der Spundwand wurden durch Wasserspülung eingetrieben. Die Säulen des Eisenbeton-Gebäudes ruhen auf je 25 Pfählen. Beschreibung der Ausführungsarbeiten. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 25.)

Gründung des Woolworth-Gebäudes in Newyork. Das 30 Stockwerk hohe Gebäude (122^m) wurde auf Betonpfählen von 2,6 bis $5,6^m$ Durchmesser, die durch Triebsand bis auf den festen Fels hinabgetrieben wurden, gegründet. Die Ausführung wird beschrieben. — Mit Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 97.)

Gründung des Municipal-Gebäudes in Newyork. Die Gründung erfolgte auf Senkkästen in großer Tiefe. Beschreibung der Erdarbeiten und der Aufstellung der Eisenkonstruktionen. — Mit Abb. und Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 256.)

Druckluftgründung des Adams Expreß-Gebäudes in Newyork. Das $61,6^m$ lange und $32,6^m$ breite Gebäude ruht auf 24 Betonpfeilern, die bis auf $21,3^m$ unter Straßenoberfläche auf den festen Baugrund hinabgeführt und auf hölzernen Senkkasten von fast quadratischem Querschnitt mit rd. 3^m Seite mittels Druckluft gegründet wurden. Schilderung des Bauvorganges. — Mit Abb. und Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 320.)

Gründung des Kinney-Gebäudes in Newark (N. J.). Das zwölfstöckige Gebäude von 30,2 auf $30,2^m$ Grundfläche wurde auf 45 zum Teil kreisförmigen, zum Teil rechteckigen Betonpfeilern gegründet, die in offener Baugrube bis auf eine Tiefe von $15,2^m$ unter die Straßenoberfläche abgesenkt und dann durch Träger miteinander verbunden wurden. Der Bauvorgang und die Abstützung der Nachbargebäude wird eingehend geschildert. — Mit Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 445.)

Grundbau aus Eisenbeton für eine Kraftstation zu Indianapolis. Die Kraftanlage ruht auf einer durchgehenden 91^{cm} starken Eisenbetonplatte. Wo besonders schwere Maschinengewichte oder Säulenlasten übertragen werden, sind in die Fundamentplatte noch besondere Trägerroste eingelegt. — Mit Abb. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 48.)

Ausbesserung nicht ausreichender Fundamente. Es wird die Ausführungsweise der „Underpinning and Foundation Co." in Newyork ausführlich beschrieben, die darin besteht, daß man in gewissen Entfernungen unter der zu stützenden Mauer Eisenbetonpfähle als Hohlpfähle durch Bohrung allmählich immer tiefer bis zum festen Boden eintreibt und dann mit Beton ausfüllt. — Mit Abb. (Nouv. ann. de la constr. 1912, S. 79.)

Die Unterfahrung des Orpheum-Theaters in Brooklyn durch Unterzüge, die wegen der Untergrundbahn-Anlage erforderlich wurde, wird kurz beschrieben. — Mit Abb. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 718.)

Muß bei der Berechnung von Pfeilern der Auftrieb des Wassers berücksichtigt werden?; von Schaper. In den Ausführungen wird darauf hingewiesen, daß man unter allen Umständen bei der Bestimmung der Bodenpressung unter Brückenpfeilern ungünstiger rechnet, wenn der Auftrieb vernachlässigt wird, und daß, wenn der Auftrieb berücksichtigt werden soll, dieser nur in seiner tatsächlichen Größe zu berücksichtigen wäre, beispielsweise bei grobem Geschiebe als Baugrund mit $^5/_{11}$ der Pfeiler-Grundfläche mal der Wasserhöhe mal 1. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 522.) — O. Franzius bespricht obige Ausführungen und kommt zu dem Schluß, daß bei allen Standsicherheitsberechnungen von Ufermauern, Brückenpfeilern usw. mit dem vollen Auftrieb zu rechnen ist, sobald ein Untergrundmaterial vorliegt, dessen Undurchdringlichkeit für Wasser nicht völlig feststeht. — Mit Abb. (Daselbst, S. 583.) — H. Zimmermann stimmt den Betrachtungen Schapers zu. — Mit Abb. (Daselbst, S. 617.)

Anwendung von Beton zu Maschinenfundamenten. Es ist irrig, anzunehmen, daß ein gemauertes Fundament genauer bemessen werden könne, leichter abzubrechen sei und den Erschütterungen durch die Maschinenstöße besser standhalte als ein solches aus Beton, wenn letzteres sachgemäß hergestellt wurde. Auswechselung zweier Maschinen durch eine größere neue auf Betonfundamenten unter Benutzung eines großen Teiles der alten Fundamente. Als Mischungsverhältnis für den Beton wurde 1:3:6 gewählt. Kosten. — Mit Abb. und Schaub. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 1546.)

Gründung auf Sand für hohe Gebäude. Allgemeine Bedingungen für eine Gründung auf Sand; einzelne derartige Gründungen für sehr hohe Gebäude. (Eng. record. 1912, Bd. 66, S. 310.)

Schutzanstriche bei Tiefbauten. Sowohl für Eisenteile als auch für Mauern hat sich statt Goudron das „Inertol" als Schutzanstrich gut bewährt. (Städt. Tiefbau 1912, S. 235.)

Holzzerstörer unter Wasser; von Troschel. Beschreibung der Bohrwürmer. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 394.)

Sicherung einer Baugrube durch eine Larssen-Spundwand; von Grote. Beim rechten Landwiderlager der neuen Ihme-Brücke zwischen Hannover und Linden konnte der starke Grundwasserstrom nicht anders von der Baugrube abgehalten werden als durch eine sehr kräftige 8^m hohe Spundwand, die 5^m in den Boden bis in den festen blauen Ton gerammt wurde. Man entschied sich für eine eiserne Spundwand nach Bauart Larssen. Im Schutze der Wand, die auch das Fundament des dicht dabei stehenden 5stöckigen Hauses schützte, wurde die Gründung des neuen Widerlagers auf Eisenbeton-Brunnen vorgenommen. Beschreibung der Herstellung und Rammung der Spundwand. — Mit Schaub. (Z. d. Verb. deutsch. Arch.- u. Ing.-Ver. 1912, S. 349.)

Betonpfähle der Bauart Frankignoul, von der Eisenbeton-Pfahlbauten-A.-G. in Luxemburg ausgeführt. Gewöhnlich wird in bekannter Weise über einen mit einer Gußstahlspitze versehenen massiven Rammkern ein autogen geschweißtes Blechrohr geschoben und in den Boden gerammt. Hat der Pfahl die erforderliche Tiefe erreicht, so wird der Rammkern herausgezogen, während das Blechrohr im Boden verbleibt und mit Beton ausgestampft wird. Der Frankignoulsche Pfahl, der einen Durchmesser von 500^{mm} hat, wird dagegen durch Einrammen von fernrohrartig ineinander gleitenden Röhren hergestellt, die durch einen besonderen spitzen, mehrteiligen Treibkopf mitgenommen werden, indem letzterer mittels eines Fallbärs durch die lockeren Bodenschichten durchgetrieben wird. Die Zusammensetzung des Treibkopfes gestattet es, ihn an einer mit der Spitze verbundenen Stange, die gleichzeitig dem Rammbär als Führung dient, in seinen einzelnen Teilen herauszuziehen und dann die durch ihn hergestellte Höhlung im Erdboden mit Beton auszustampfen. Dabei wird infolge des seitlichen Eindringens des Betons in den Erdboden dem Pfahl eine breitere Grundfläche gegeben. Ausführliche Beschreibung. — Mit Abb. u. Schaub. der Belastungsversuche. (Südd. Bauz. 1912, S. 81.)

Vorrichtung zum Befestigen des Schuhes von Eisenbeton-Pfählen (D. R. P. 246151) der „Union", G. m. b. H. in Hannover. Statt durch einen Klemmkörper werden die Längseisen des Pfahles durch Eingießen von

Weißmetall oder einer anderen erhärtenden Masse in einer unterschnittenen Aussparung des Pfahlschuhes befestigt, wobei der Klemmkörper nur als Hilfsmittel zum vorübergehenden Halten der Einlageeisen in der eingußbereiten Stellung dient. — Mit Abb. (Mitteil. über Zement usw., S. 120, Beiblatt d. Deutsch. Bauz. 1912.)

Tunnelbau.

Gebirgsdruck; von Wiesmann. Theoretische Erwägungen über die Druckverteilung über ein Tunnelprofil und die Größe des Druckes am Umfang. Anschließend daran praktische Erwägungen, Messung des Getreidedruckes gegen Silowände, Druckverteilung in den Stollenwandungen, Einfluß der Schichtenfaltung, Berücksichtigung der tragenden Platte, Gleichgewichtszustand, mathematische und zeichnerische Bestimmung des Gebirgsdruckes, die Schutzhülle. Unter anderen Abbildungen werden die Normalprofile für den Hauenstein-Basistunnel für die leichteste und für schwere Verkleidung mitgeteilt. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 87, 101.)

Bei Tunnel-Wiederherstellungsarbeiten auftretende Gebirgsdruckerscheinung; von E. v. Willmann. Zunächst wird die Art des Vorgehens bei nachträglicher Ausführung einer wasserdichten Abdeckung des Rückens eines alten Tunnelgewölbes von einem über dem Gewölbescheitel vorgetriebenen Stollen aus besprochen, wobei von dem Stollenende an zurückschreitend der Gewölberücken in einzelnen Ringen frei gelegt und mit Bruchsteinen ausgepackt wird. Zur Schaffung möglichst vieler Arbeitsstellen bricht man hierbei nicht Ring an Ring aus, sondern läßt zwischen je zwei „Einbruchsringen" einen „Schlußring" stehen, der erst in Angriff genommen wird, wenn die beiden neben ihm liegenden Einbruchsringe fertig abgedeckt und ausgepackt sind. Der im Stollen selbst liegende Teil des vorderen Einbruchsringes kann aber erst ausgepackt und geschlossen werden, wenn der dahinter liegende Schlußring ausgebrochen und ausgepackt ist. Das macht nicht nur eine besondere Ausbildung der Zimmerung im Stollen erforderlich, die beschrieben wird, sondern ist auch auf die Einwirkung des Gebirgsdruckes von Einfluß, die besprochen wird. Wenn ferner scheinbar die Zahl der Arbeitsstellen bei diesem Vorgange, unter Berücksichtigung der Fördermöglichkeit im Stollen, beliebig vergrößert werden könnte, so setzt dem die vorerwähnte besondere Gebirgsdruckerscheinung ein Ziel. Da nämlich in den Einbruchsringen zwischen der Fertigstellung der Seitenteile und dem Schließen des Stollens ein je nach der Arbeitsstrecke längerer oder kürzerer Zeitraum liegt, wird der Gebirgsdruck auf die bereits erfolgte seitliche Auspackung der Einbruchsringe und auf die Stollenzimmerung des im Stollen noch offen gebliebenen Ringteils verschieden einwirken und über letzterem stark anwachsen. Diese Verhältnisse werden eingehend besprochen und mit Beispielen aus den Erfahrungen bei den Wiederherstellungsarbeiten am Hönebach-Tunnel belegt. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1912, S. 535.)

Entwässerung des Tunnelmauerwerks; von E. v. Willmann. Zur Bekämpfung des Gebirgswassers im Tunnelbau kann man entweder das sich zeigende Wasser dadurch zurückzudrängen versuchen, daß man das Tunnelmauerwerk dicht an das Gebirge anschließt und alle Wasseradern, die beim Vortreiben angeschnitten werden, verstopft, so daß das Wasser im Gebirge sich einen neuen Lauf suchen muß, oder man kann das Tunnelmauerwerk wasserdicht herstellen und das vom Rücken des Tunnelgewölbes abfließende Wasser über den Widerlagern in geeigneter Weise abfangen und ableiten. Beide Verfahren werden bezüglich ihrer Ausführungsweise und Bewährung eingehend besprochen. Das zuerst erwähnte wurde in Frankreich und Oesterreich mit Erfolg angewandt und wird in der von Geheimrat Dolezalek vorgeschlagenen Ausführungsweise für Tunnelneubauten empfohlen. Diese besteht darin, daß mittels der über das ganze Gewölbe im Abstande von etwa 1 m verteilten Röhren unter hohem Druck Zementmörtel zwischen Gebirge und Gewölbe eingespritzt wird. Ist eine Trockenauspackung des über dem Tunnelgewölbe befindlichen Raumes vorhanden, wie sie bei einem Neubau stets sorgfältig hergestellt werden kann, so wird die Hinterpackung durch den eingespritzten Zementmörtel in einen dichten Beton verwandelt, und es werden auch die feinen Klüfte im Gebirge mit Mörtel ausgefüllt und genügend gedichtet. Ist dagegen keine ausreichende Hinterpackung mit Bruchsteinen vorhanden, wie dies bei den alten Tunneln vielfach der Fall ist, so hilft das Einspritzen des Zementmörtels zum Abdichten der Gewölbe nichts, und hierauf ist das Mißlingen dieses Verfahrens bei einigen alten abzudichtenden Tunneln zurückzuführen. Beispiele hierfür. — Mit Abb. (Verkehrstechn. Woche 1912, S. 149).

Verhalten des Betons im Eisenbahntunnel; von Rohland. Es wird der Anschauung entgegengetreten, daß erhärteter Beton im Eisenbahntunnel von den Gasen der Lokomotiven angegriffen würde, und daß deshalb Anstrichmittel zur Verwendung kommen müßten. Dagegen wird bestätigt, daß der Beton durch Rauchgase angegriffen wird, solange er noch nicht abgebunden hat. Als Beispiel wird der Hönebach-Tunnel angeführt. In letzterem Fall werden Anstrichmittel, am besten asphaltartige Produkte, besonders da empfohlen, wo Durchsickerungen von stark kohlensäurehaltigem Wasser zu befürchten sind, wie z. B. im Feuerbachtunnel bei Stuttgart. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1179.) O. Kommerell betont, daß es im wesentlichen auf die Art des Zementes ankommt, und teilt mit, daß die mit „Erzzement" verstrichenen Fugen des 1626 m langen Puberger Tunnels vom Oktober 1909 bis zum Frühjahr 1912 vollkommen hart geblieben waren, während die zu gleicher Zeit mit Portlandzement verstrichenen sich zwar im Frühjahr 1910 noch als hart erwiesen, im Frühjahr 1912 aber wieder weich und in Gips umgewandelt zeigten. Oxydreiche Zemente, besonders wenn bei ihnen die Tonerde ganz oder nahezu ganz fehlt, sind gegen chemische Einflüsse ziemlich unempfindlich. Die Verwendung eines gegen Rauchgase widerstandsfähigen Zementmörtels sei jedenfalls wichtiger als alle schützenden Anstriche. (Daselbst, S. 1273.) Hierzu schreibt E. v. Willmann, daß die von Rohland über den Hönebach-Tunnel geäußerte Ansicht nicht zutrifft, da an der den Rauchgasen ausgesetzten Innenleibung kein Beton angewandt wurde, sondern zur Verkleidung der in Hartbrandsteinen erneuerten schadhaften Gewölbeteile ein im Schutz einer Schalung hergestellter Zementputz, bei dem sich keinerlei Zersetzungserscheinungen gezeigt haben. Gipsbildung trat nur an denjenigen Gewölbeteilen auf, die nicht erneuert, sondern nur abgespitzt und uneingeschalt mit Zementmörtel überzogen wurden, der als Rapputz den Rauchgasen eine große Oberfläche bot und den raschen Abfluß des sich aus dem Lokomotivdampf niederschlagenden Wassers hinderte. Völlig erhärteter Zement wurde im Hönebach-Tunnel von den Rauchgasen nicht angegriffen, solange es sich um trockenes Mauerwerk handelte. Die im Puberger Tunnel von Kommerell beobachtete Erscheinung, daß neuer Fugenanstrich zunächst dem Anschein nach gut abgebunden hatte, um dann nach einiger Zeit doch in Gips verwandelt zu werden, wurde auch im Brandleite-Tunnel bei Oberhof festgestellt, erklärt sich aber durch das feuchte Mauerwerk, das aus dem alten, zersetzten Mörtel viel schwefelsaure Bestandteile aufgenommen hatte und dem frischen Mörtel mitteilte. Der Einfluß der im alten Mauerwerk enthaltenen Schwefelsäure ist viel nachhaltiger als der Einfluß der Rauchgase. Sehr wichtig wäre es, wenn im

Erzzement ein Mittel gefunden wäre, das diesen Einflüssen auf die Dauer widerstehen würde. (Daselbst, S. 1318.)

Elbtunnel in Hamburg und sein Bau; von O. Stockhausen (s. **1912**, S. 427). Eingehende Beschreibung dieses für Wagen- und Fußgänger-Verkehr gebauten Tunnels unter dem 400 m breiten Strom. Die beiden nebeneinander liegenden Tunnelröhren von 2,7 m innerem Halbmesser und 448,5 m Länge verlaufen an beiden Enden je 20 m wagerecht, dann je 150 m im Gefäll 1:100 und im übrigen auf 108,5 m wieder wagerecht. Die Wagen und Fußgänger werden durch 6 elektrisch betriebene Aufzüge in je zwei lotrechten Schächten an beiden Enden des Tunnels hinunter- und heraufbefördert. Besonders besprochen werden der Tunnelvortrieb, der Vortriebsschild und dessen Wirkungsweise, die Tunnelverkleidung aus Walzträgern, die Vernietung der eingebauten Ringstücke, die Installationen, die Absteckung, die Geräte und der Arbeiterschutz. — Mit Abb., Schaub. u. 2 Tafeln. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1301, 1389, 1448.)

Der zweite Simplontunnel (s. **1912**, S. 518) sollte der Mannheimer A.-G. Grün & Bilfinger für 21 832 000 M. übertragen werden, wobei die volle Verantwortung für die Instandhaltung des ersten Tunnels übernommen wurde und für jeden Tag einer etwaigen Betriebsstörung durch eine Beschädigung des ersten Tunnels infolge der Bauarbeiten vom Unternehmer 2400 M. zu zahlen waren. Infolge der lebhaften Bewegung zugunsten der einheimischen Industrie hat aber die Generaldirektion der Bundesbahnen und deren Verwaltungsrat den Vertrag umgestoßen und der letztere mit 34 gegen 7 Stimmen beschlossen, den Tunnel in eigene Ausführung zu nehmen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 871, 964.)

Die Tunnel der Bodensee-Toggenburgbahn werden gelegentlich der Besprechung dieser Bahn eingehend beschrieben. Sie sind sämtlich ausgemauert. Der Bauvorgang und die Ausführung werden geschildert vom 1730 m langen Bruggwaldtunnel, vom Mühlestraßen- und Appenzeller Tunnel mit einem Doppeltunnelprofil von 8 m Weite, vom Taltunnel und vom 3560 m langen Wasserfluh-Tunnel. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 161, 171.)

Vierteljahrsbericht über die Lötschbergbahn und den Tunnel (s. **1912**, S. 518). Der Bericht erstreckt sich über die Zeit vom 1. Oktober bis zum 31. Dezember 1911. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 82.)

Tabellarische Zusammenstellung über den Stand der Arbeiten am Grenchenbergtunnel in den Monaten Mai bis September 1912 (s. **1912**, S. 519). (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 493, 555, 605, 636, 698.)

Vierteljahrsbericht über den Grenchenbergtunnel bis zum 31. März 1912 (s. **1912**, S. 519). (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 83.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Grenchenbergtunnel (s. **1912**, S. 519). In den Monaten April bis August 1912 fand auf beiden Seiten noch Handbohrung statt. Im August wurde auf der Nordseite der Stollenvortrieb eingestellt, auf der Südseite am 15. und 28. August ausgesetzt. Im August betrug:

	Nord-S.	Süd-S.	Zus.
Sohlstollenlänge, Monatsleistung	— m	106 m	106 m
Sohlstollenlänge am 31. August	593 „	723 „	1316 „
mittlere Arbeiteranzahl außerhalb des Tunnels	285	186	471
mittl. Arbeiteranzahl im Tunnel	400	426	826
zusammen	685	612	1297
Gesteinstemperatur vor Ort °C	12,5	11,3	
an der Mündung ausfließendes Wasser l/sek	1,1	0,3	

(Schweiz. Bauz. 1912, I, S. 288, 347; II, S. 42, 112, 160.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Hauenstein-Basistunnel (s. **1912**, S. 519). Vom Mai bis zum August 1912 wurde auf der Nordseite im Einschnitt, auf der Südseite am Stollenvortrieb mit 2 bis 3, in der Ausweitung mit 6 bis 8 Luftdruckbohrhämmern gearbeitet. Auch wurde die endgültige Maschinenanlage in Betrieb genommen. Im August betrug:

	Nord-S.	Süd-S.	Zus.
der mittlere Tagesfortschritt	—	8,4 m	8,4 m
Fortschritt des Sohlenstollens	—	243,3 „	243,3 „
Länge des Sohlenstollens am 31. August	—	1073,3 „	1073,3 „
in Prozenten der Tunnellänge (8135 m)	—	13,2	13,2
Länge d. Widerlagermauerwerks	—	114,0 „	114,0 „
Länge des Gewölbemauerwerks	—	102,0 „	102,0 „
Gesteinstemperatur vor Ort °C	—	13,5	
Lufttemperatur vor Ort °C	—	21,0	
an der Mündung ausfließendes Wasser l/min	—	15,0	
mittlere Arbeiteranzahl im Tunnel	—	353	353
außerhalb des Tunnels	14	243	257
auf offener Strecke	154	46	200
Arbeiteranzahl zusammen	168	642	810

(Schweiz. Bauz. 1912, I, S. 329; II, S. 28, 112, 153.)

Bau des Tauerntunnels; von Ritter Klodic von Sabladoski (Nordseite), Adolf Reiß (Südseite, baulicher Teil) und Rudolf Schumann (Südseite, maschineller Teil). Ausführliche Besprechung des Baues mit allen maschinellen Anlagen. — Mit vielen Abb. und Schaub. und 9 Tafeln. (Allgem. Bauz. 1912, S. 107 bis 127.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Mont d'Or-Tunnel, Mai bis August 1912 (s. **1912**, S. 520). Die Gesamtlänge des Tunnels wird 6104 m betragen. Im August betrug:

	Vallorbe	Frasne	Zus.
Sohlenstollenfortschritt im August	242 m	— m	242 m
Sohlenstollenlänge am 31. August	3524 „	— „	3524 „
Firststollenfortschritt im August	274 „	36 „	310 „
Firststollenlängen am 31. August	3373 „	756 „	4129 „
Gewölbemauerung bis z. 31. August	2904 „	504 „	3408 „
Widerlager bis zum 31. August	2624 „	— „	2624 „
Sohlengewölbe bis zum 31. August	638 „	— „	638 „

(Schweiz. Bauz. 1912, I, S. 315; II, S. 13, 84, 153.)

Eröffnung des Tunnels von Beresti und der Linie Galatz-Berlad am 20. Mai 1912. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 726.)

Der Eisenbahntunnel bei Jablanicza wurde notwendig, um die Verkehrslinie der ungarischen Staatsbahnen zwischen Temesoar-Körpa und Orsova vor zukünftigen Beschädigungen durch Hochwasser zu bewahren, indem ein Streckenteil der Linie umgelegt und dadurch die zwei durch Hochwasser zerstörten, je 50 m langen Brücken über den Glob unnötig wurden. Der Tunnel hat eine Länge von 1000 m; der Durchstich erfolgte im Mai 1912. Die Arbeiten begannen im März 1911. Die Bahnlänge wird durch den Tunnel etwas verkürzt. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1062.)

Die Untergrundbahn Moabit-Treptow wurde in ihrer Genehmigung vom preußischen Eisenbahnminister einstweilen zurückgestellt, bis die Pläne für den Neubau des Opernhauses am Königsplatz festgestellt sind. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1322.)

Elektrisch betriebene Untergrundbahn für Genua. Die Bahn soll eine Länge von 10,25 km erhalten, von denen 7,46 km auf den Tunnel, 1442 m auf offene Strecken, 82 m auf Brücken und 990 m auf eine große Ueberführung des Bisagnotales entfallen. Die größte Steigung soll 19 ‰ betragen. Als Bau- und Betriebskapital werden 20 Mill. M. angenommen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1171.)

Eine Post-Untergrundbahn für London (s. **1912**, S. 430) wird ausgeführt, die eine Länge von rd. 10 km vom östlichen Distriktspostamte zum Hauptpostamte haben wird. Der Querschnitt ist eine Röhre von 2,3 m Durchmesser. Der Betrieb soll durch elektrische Motorwagen mit selbsttätigen Schalt- und Steuervorrichtungen erfolgen. Fahrgäste werden nicht befördert, aber Ingenieure und Arbeiter sollen im Falle einer Betriebsstörung die Strecke befahren können. Vorteile der Anlage. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 672.)

Eisenbahntunnel unter dem Detroit-Fluß in Nordamerika; von Bassel (s. **1912**, S. 430). Ausführliche Beschreibung der Bauarbeiten, insbesondere der Versenkung der Doppelröhren in die ausgebaggerte Flußrinne. — Mit Abb. u. Schaub. (Deutsche Bauz. 1912, S. 517.)

Beacon-Hill-Untergrundtunnel in Boston; von Davis. Der 758 m lange zweigleisige Tunnel der Untergrundbahn in Boston ist mit Schildvortrieb erbohrt. Der neue Bahnhof liegt unter dem alten Parkstreet-Untergrundbahnhof. Einzelheiten der Bauausführung und des Schildes. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 32.)

Der Cambridge-Tunnel in Boston führt eine Hauptlinie der Straßenbahnen durch den mittleren Teil der Stadt, ist im ganzen 5,2 km und von der Cambridge-Brücke bis zum Harvard-Square 3,6 km lang. — Mit Abb. (Eng. news 1912, I, S. 187; Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 247.)

Bau des Lexington-Avenue-Tunnels in Newyork (s. **1912**, S. 520). Ausführungsarbeiten des in offenem Einschnitt hergestellten, 4,27 km langen Untergrundbahn-Tunnels von rechteckigem Querschnitt. Die Verkleidung besteht zum Teil aus Eisenkonstruktion mit Betondecke, zum Teil ganz aus Eisenbeton. Hilfsgeräte, Pumpen, Hilfsgerüste zur Aufnahme von Röhrenleitungen, Kran-Anlagen, Kosten der Erdarbeiten. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 237, 270.)

Der 500 m lange, 4 m breite Woolwich-Tunnel für Fußgänger unter der Themse (s. **1912**, S. 141) wurde im Oktober 1912 eröffnet. Im Dezember 1910 begonnen, ist er der achte Themsetunnel Londons, von denen 4 für Wagen und Fußgänger, die übrigen dem Eisenbahnverkehr dienen. Baukosten rd. 1 600 000 M. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1562.) — Ausführliche Beschreibung des Baues. — Mit Abb. (Engineer 1912, II, S. 462.)

Der Strawberry-Tunnel (s. **1911**, S. 540) durchbohrt die Wasatch-Berge, ist 5854 m lang und führt das Wasser vom Strawberry-Fluß auf 65 Meilen dem Gelände von Salt Lake-City zu. Begonnen im Jahre 1906, liegen gelassen im Jahre 1908, wurde seine Durchbohrung jetzt vollendet. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 713.)

Durchtunnelung weichen Bodens ohne Schild am Catskill-Wasserleitungstunnel; von Chester M. Gould. Auf eine Länge von rd. 244 m durchfährt der Garrison-Stollen sehr weichen schlammigen Boden, was eine sehr kräftige Ausbölzung notwendig machte. Der Stollen wurde mit Beton ausgekleidet. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 69, 144.)

Tunnelbau in Kanada. Durch das Selkirk-Gebirge zwischen Calgary und Vancouver in Britisch Kolumbien soll ein zweigleisiger Tunnel von 6,5 km Länge gebaut werden, um den Eisenbahnbetrieb gegen Schneelawinen zu schützen. Die Kosten von 50 Mill. M. werden als gerechtfertigt gegenüber den großen seitherigen Schäden erachtet. Der Betrieb im Tunnel soll elektrisch erfolgen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1394.)

Einsturz im Schurzebergtunnel. In dem auf der Strecke Bebra-Eichenberg am Bahnhof Oberrieden liegenden Tunnel, in welchem Dichtungsarbeiten vorgenommen wurden, stürzten am 9. August 1912 aus der Mitte des Gewölbes etwa 1,5 cbm Mauerwerk und Felsen durch starken Druck im Gebirge ein. Beide Gleise waren einige Zeit gesperrt. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1002.)

Umbau zweier zweigleisiger Tunnel in viergleisige während des Betriebes. Die elektrisch betriebene zweigleisige Bahn längs dem Hudson-Fluß von Newyork nach Peekskill wird in eine viergleisige verwandelt, wobei die vorhandenen kleinen Tunnel erweitert werden müssen. Art des Vorganges. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 386.)

Aufgehängtes Gewölbeschild für Tunnelbauten (s. **1912**, S. 521) bei der Erweiterung der Station Bakerstreet der Londoner Untergrundbahn. — Mit Abb. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 460.)

Abdichtung undichter Stellen in einem Chicago-Flußtunnel. Es wurde Zementmörtel mittels Druckluft von 7 at eingepreßt und dadurch eine Dichtung bewirkt. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 126.)

Der Tunnel unter dem Aermelkanal ist im Auftrage des Stadtrats von Paris in einem neuen Bericht ausführlich bearbeitet, der zu einem für die Ausführung günstigen Ergebnis kommt und nächstens weiter behandelt werden soll. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1325.)

Straßentunnel-Entwurf für San Franzisco. Es wird geplant, einen rd. 900 m langen Tunnel von 5 m lichter Höhe und 16,5 m lichter Weite herzustellen, in dem zwei Fußwege von je 2,50 m, zwei Fahrbahnen von je 2,75 m und zwei Straßenbahn-Streifen von je 3 m lichter Weite angeordnet werden sollen. — Mit Abb. (Z. f. Transpw. u. Straßenbau 1912, S. 438.)

Die Untertunnelung des St. Lorenzstromes wird in Montreal geplant. Der Tunnel soll alle in Montreal einmündenden Eisenbahnen aufnehmen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1188.)

Untertunnelung der Beringstraße. Der schon vor einigen Jahren aufgetauchte Plan wird jetzt wieder von einer zur Förderung dieses Unternehmens gegründeten Gesellschaft aufgenommen. Der Tunnel würde etwa 65 km lang werden und es müßten außerdem sowohl in Sibirien als auch in N.-W.-Amerika lange Eisenbahnstrecken durch höchst unwirtliche Gegenden gebaut werden, um die Tunnelbaustelle zu erreichen. Es wird geplant, von den Inseln der Beringstraße aus Schächte, die später den Tunnel mit frischer Luft versorgen sollen, bis zur Tiefe des Tunnels abzuteufen und von diesen aus den Tunnel an mehreren Stellen gleichzeitig in Angriff zu nehmen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 713.)

Verbesserung der Tunnellüftung. In Oesterreich ist einer Kommission das Studium dieser Frage übertragen worden (s. **1912**, S. 522). Es sollen die Lüftungsanlagen vom Simplon- und Lötschberg-Tunnel besichtigt werden und von dem Ergebnis dieser Besichtigung wird es abhängen, ob die dort angewendete Lüftungsart oder die Ausführungsweise von Saccardo bei den Tunneln der zweiten Eisenbahnverbindung mit Triest und beim Arlbergtunnel in Aussicht genommen werden soll. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 772.)

Lüftung der Londoner Untergrundbahn. Die neuen Lüftungseinrichtungen, die der Zentral-Londonbahn täglich $2^1/_4$ Mill. cbm ozonhaltiger Luft zuführen, sollen sich gut bewährt haben. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 674.) — Beschreibung der Lüftungsvorrichtung. (Daselbst, S. 1094.)

Neue Lüftungsanlage für den Tunnel der Baltimore-Bahn. Der in einer Steigung liegende nördliche Abschnitt des Tunnels mußte künstlich gelüftet werden, da die Rauchgase in dem 1513 m langen Teil nicht genügend abzogen. Die elektrisch betriebenen Lüfter befinden sich außerhalb über dem Tunneleingang und der Luftstrom wird durch sie in eine den Tunnel umgebende Kammer hinabgeführt, die sich allmählich zu einer Düse verengt, aus der die Luft in den Tunnel geblasen wird. Eingehende Beschreibung der Anlage. — Mit Abb. (Eng. record 1911, Bd. 64, S. 618; Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 284.)

H. Gewässerkunde, Meliorationen, Flufs- und Kanalbau, Binnenschiffahrt,

bearbeitet von Baurat Soldan in Hemfurt.

Gewässerkunde.

Staukurven; von Müller. Schrittweise Berechnung von Profil zu Profil. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 57.)

Flußgebiet und Wasserführung des Euphrats und Tigris im Irak Arabi (Babylonien); von Tholens. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 106.)

Einwirkung der Oder, besonders ihrer Hochwässer, auf das Stettiner Haff; von Fischer. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 169.)

Beobachtungen auf der Seine während des Hochwassers vom Januar und Februar 1911; von Arana. (Ann. des ponts et chauss. 1911, VI, S. 600.)

Meliorationen.

Trockenlegung der Gegend von Ferrara. Ein Gebiet von 54000 ha, wovon 32000 ha unter dem Meeresspiegel liegen, wird künstlich entwässert. Großer Düker und Pumpwerk bei Codigoro. — Mit Abb. (Génie civil 1911, Bd. 59, S. 488.)

Der Willcockssche Plan für die Bewässerung von Mesopotamien (s. **1912**, S. 149). (Deutsche Bauz. 1911, S. 861.)

Die Roosevelt-, Shoshone-River- und Pathfinder-Talsperren; von A. Delisle und A. Jacobson. Eingehende Beschreibung der hier bereits früher wiederholt besprochenen großen Talsperrenbauten im Westen der Vereinigten Staaten. — Mit Abb. (Génie civil 1912, Bd. 60, S. 261.)

Flufs- und Kanalbau.

Hafen- und Bahnanlagen der Stadt Neuß; von Moll. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1911, S. 742.)

Rhein-Maas-Kanal. (Deutsche Bauz. 1912, S. 87.)

Einsturz und Wiederaufbau des Wehres in der Neiße bei Zelz (s. **1912**, S. 149). — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 40.)

Kanalisierung der unteren Bega. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 55.)

Wasserbauwesen auf der Weltausstellung in Brüssel 1910. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 801.)

Balancier-Schiffshebewerk nach dem Entwurfe des Hofrats von Schoen. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 147.)

Die Ausnutzung der Wasserkräfte der oberen Rhone in Frankreich und die Versorgung von Paris mit elektrischem Strom; von A. Dumas. Kurz unterhalb ihres Austritts aus dem Genfer See durchfließt die Rhone ein tief eingeschnittenes felsiges Tal mit sehr großem Gefälle. Die Niedrigwassermengen sind verhältnismäßig groß und es läßt sich infolgedessen eine sehr beträchtliche Wasserkraft ausnutzen. Man hat zwei verschiedene Entwürfe ausgearbeitet. Im ersten soll die Rhone durch eine Talsperre mit rd. 65 m Stauhöhe bei Génissiat aufgestaut werden. Der kurze Zubringer zum Turbinenhaus ist mit einer Freiflut versehen. Außerdem sind ähnlich wie bei Marklissa Ablaßstollen in der Sohle und in halber Höhe vorgesehen. Große Schwierigkeiten werden bei der Gründung der Sperrmauer entstehen, weil der Felsen in der Talsohle 30 m hoch mit Gerölle überlagert ist. Man beabsichtigt, das Mauerfundament zwischen zwei mit Luftdruck gegründeten Schürzen auszuführen. Auch die Dichtigkeit des anstehenden Kalkfelsens scheint noch nicht festzustehen. Man beabsichtigt, Turbinen für insgesamt 360000 P. S. aufzustellen, und rechnet mit einer Jahresleistung von 1300 Millionen Kilowatt-Stunden. Hiervon sollen 500 Millionen nach Paris geleitet werden. Die Kosten werden zu 120 Millionen Mark angegeben. — Im zweiten Entwurf sind zwei getrennte Sperren bei Malpertuis und Bellegarde vorgesehen. Die größte Maschinenleistung wird zu 150000 P. S. angegeben. — Mit Abb. (Génie civil 1912, Bd. 61, S. 213.)

Beobachtungen auf der Seine in Paris während des großen Hochwassers von 1910; von Delachenal und Lefort. Beobachtungen über den Aufstau und über Wirbelbildungen an Flußpfeilern. Betrachtungen über die zweckmäßigste Form der Pfeiler. Die Beobachtungen scheinen vielfach dadurch beeinträchtigt zu sein, daß die Kämpfer der Brückengewölbe ziemlich tief in das Wasser eintauchten. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1911, IV, S. 11.)

Stauwerke für verschiedene Zwecke; von Dumas. Es wird allgemein erörtert, wie ein größeres Stauwerk für den Hochwasserschutz ausgenutzt werden kann und wie sich eine möglichst günstige Verteilung des aufgespeicherten Wassers für die Verwertung der Wasserkraft erreichen läßt. (Ann. des ponts et chauss. 1911, V, S. 356.)

Flußregulierungen der Gegenwart und Zukunft; von Pollak. Allgemeine Betrachtungen über die verschiedenen Regulierungsmittel und ihre Wirkung. (Z. d. österr. Ing.- und Arch.-Ver. 1911, S. 417.)

Neuere Kraftübertragungsanlagen in Frankreich; von Ludin und Buisson. Eingehende Beschreibung einiger Wasserkraftanlagen. — Mit Abb. (Z. d. öster. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 497.)

Staatliche Wasserbauten in Böhmen; von Franz. Vortrag über die neuesten Anlagen. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 641.)

Wasserkräfte Schwedens und ihre Ausnutzung; von Oelwein. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1911, S. 757.)

Stand der praktischen Erkenntnis der Wasserbewegung des fahrenden Kanalschiffes, gefolgert aus Modellversuchen; von Gebers. Es werden die Strömungsverhältnisse in der Gegend eines im Wasser geschleppten Körpers kurz beschrieben, sodann die Ergebnisse der Modellversuche für den Rhein-Weser-Kanal mitgeteilt. Einschraubendampfer mit doppeltem Ruder ergeben den geringsten Angriff auf die Kanalsohle. — Mit Abb. (Z. f. Binnenschiff. 1911, S. 566.)

Verhandlungen über die Frage der Vertiefung der Elbe auf der Strecke von der deutsch-österreichischen Grenze bis Hamburg in der Sitzung des Großen Ausschusses des Zentralvereins für deutsche Binnenschiffahrt vom 15. November 1911. Der Aufsatz enthält Mitteilungen des Elbstromdirektors über den Regulierungsentwurf für den preußischen Teil der Elbe. — Mit Abb. (Z. f. Binnenschiff. 1912, S. 27.)

Bedeutsamer Plan zur Herstellung eines neuen Großschiffahrtswegs von dem deutschen Rheine zur deutschen Nordsee; von Rágóczy. Kurze Angaben über den Kanal von Wesel nach Emden. — Mit Abb. (Z. f. Binnenschiff. 1912, S. 219.)

Schiffshebewerk für den Großschiffahrtsweg Berlin-Stettin bei Niederfinow, entworfen von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg. — Mit Abb. (Z. f. Binnenschiff. 1912, S. 245; Deutsche Bauz. 1912, S. 130.)

Neue Donau-Hafenanlage in Regensburg; von Feiner. — Mit Abb. (Z. f. Binnenschiff. 1912, S. 327.)

Vereinigung der Sihlsee- und der Aegerisee-Wasserkräfte. An der Sihl sollen 244 Mill. ^{cbm}, im Aegerisee 144 Mill. ^{cbm} aufgespeichert werden. Das Sihlwerk soll 240000 P. S., das Aegeriseewerk 108000 P. S. erhalten. Gesamtkosten 90 Mill. M. Besonderen Vorteil sollen die Werke durch Zusammenarbeiten mit anderen Wasserkraftwerken bieten, die keinen großen Wasserspeicher haben. (Schweiz. Bauz. 1911, II, S. 144.)

Hochwasserschutzbauten am Euphrat und der Wehrbau im Hindielauf des Euphrats; von Tholens. Kurze Angaben über die Absichten der türkischen Regierung. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 194.)

Rhein-Herne-Kanal. Kurze Begründung des Entwurfs und Beschreibung des gegenwärtigen Bauzustandes. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 217.)

Zerstörung der Austintalsperre in Pennsylvanien; von Link und Mattern. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 25.)

Bruch der Talsperren bei Blackriver Falls in Wisconsin. Dämme mit Betonkern und gemauertem Ueberfall. Die Ueberfälle waren zu klein. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 274.)

Künstliche Quellspeisung (s. oben); von Sympher. Es wird vorgeschlagen, Staudämme in Flußtälern mit durchlässigem Untergrund zu errichten. (Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 296.)

Erfahrungen bei der Herstellung der Tondichtung in der Scheitelhaltung des Großschiffahrtsweges Berlin-Stettin; von Haesler. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 325.)

Regulierungsarbeiten an der Rhone; von Armand. Geschichtliche Entwicklung; Beschreibung der jetzt üblichen Bauweisen. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1911, VI, S. 544.)

Speisung des Kanals von Orleans durch Hebung des Wasserstandes in der Scheitelhaltung; von Rousseau. (Ann. des ponts et chauss. 1912, I, S. 7.)

I. Seeuferschutz- und Hafenbauten, Seeschiffahrts-Anlagen,

bearbeitet von Regierungsbaumeister Schilling in Lünen.

Seehäfen.

In der Ausführung begriffene und geplante Arbeiten im Hafen von St. Nazaire; von Epinay. Ausführliche Angaben über die Arbeiten, die in der Herstellung eines neuen Vorhafens, einer neuen Schleuse und neuer Kaianlagen bestehen. Geplant ist auch ein neues (drittes) Hafenbecken. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1912, I, S. 525.)

Arbeiten im Hafen von Valencia (Spanien). Bau der neuen Molen und Wellenbrecher. Der Bau geschieht unter Verwendung von Senkkästen, die zur Baustelle geflößt, daselbst mit Beton allmählich gefüllt und dann versenkt werden. — Mit Abb. (Génie civil 1912, II, S. 293.)

Erweiterung des Hafens von Caen. Nach Schaffung eines großen Eisenhüttenwerks ist eine Vergrößerung des Seeschiffahrtkanals von Caen zum Aermelkanal und eine Erweiterung des Hafens von Caen geplant. Der Kanal soll für 4000 ^{t}-Schiffe ausgebaut werden. — Mit Abb. (Génie civil 1912, II, S. 359.)

Die neuen Kaianlagen von St. Louis am Senegal, aus Holz und Eisenbeton hergestellt. — Mit Abb. (Génie civil 1912, II, S. 433.)

Kriegshafen am Kap der Guten Hoffnung. Mitteilung über die Fertigstellung der Arbeiten, die in der Hauptsache ein Trockendock und zwei Wellenbrecher umfassen. Die beiden Molen bestehen je aus zwei Mauern, deren Zwischenraum mit Bruchsteinen ausgefüllt ist. Das Trockendock mit einer Gesamtlänge von 227 ^{m} in Schwellenhöhe und 230 ^{m} in Mauerkronenhöhe kann durch Schwimmtore in 3 Abteilungen von 45, 80 und 107 ^{m} Länge geteilt werden. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 458.)

Seekanäle.

Nantucket-Schiffahrtkanal. Zur Umgehung des gefürchteten Nantucket - Sundes und zur Verkürzung des Schiffahrtweges zwischen Newyork und Boston wird ein Kanal von 11,25 ^{km} Länge gebaut, dessen Kosten rd. 42 000 000 M. betragen. — Mit Lageplan. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 687.)

Panama-Kanal (s. **1912**, S. 527); von Dumas. Geschichte des Kanals und Beschreibung seiner Bauten. Angaben über den gegenwärtigen Stand der Arbeiten, über seine wirtschaftlichen Vorteile und Folgen und über die geplanten Tarife. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1912, I, S. 187.) — Angaben nach dem Ende Juni 1911 abgeschlossenen Jahresbericht der Kanalkommission. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 313.)

Arbeiten zur Vergrößerung des Kaiser Wilhelm-Kanals. — Mit Abb. (Génie civil 1912, II, S. 432.)

Plan eines Binnen-Großschiffahrtweges entlang der Ostküste Amerikas. Die ungefähr 2600 ^{km} lange Wasserstraße soll die Befahrung von Handels- und Kriegsschiffen von Boston im Staate Massachusetts bis Key West im Staate Florida ermöglichen. Von Boston bis Beaufort (North Carolina) soll die Wassertiefe rd. 7 ^{m}, von Beaufort bis Key West rd. 3,5 ^{m} betragen. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 266.)

Eine deutsche Rheinmündung. Mitteilungen über die Studie von Herzberg und Paaks über die Wirtschaftlichkeit und Möglichkeit der Durchführung einer Verbindung des Rheins mit der Nordsee auf deutschem Boden durch eine große Schiffahrtstraße. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 476.)

Seeschiffahrtsanlagen.

Unfall und Wiederherstellung am Dock V auf der Kaiserlichen Werft in Kiel; von Behrend und O. Franzius. Ausführliche Angaben über die Ursachen des Unfalles und eingehende Beschreibung der Wiederherstellungsarbeiten, die mit Hilfe einer Taucherglocke ausgeführt wurden. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1912, S. 613.)

200- und 250 ^{t}-Kräne der deutschen Maschinenfabrik in Duisburg. Beschreibung des 200 ^{t}-Krans der Vulkanwerft in Stettin und des 250 ^{t}-Krans der Werft von Blohm & Voß in Hamburg. Die Bewegung der Lasten bei beiden Kränen erfolgt durch elektrische Motoren. — Mit Abb. (Génie civil 1912, II, S. 443.)

K. Materialienlehre,

bearbeitet von B. Stock, Ingenieur und ständigem Mitarbeiter des Kgl. Materialprüfungsamts in Gr. Lichterfelde W.

Holz.

Untersuchung von Harthölzern aus Neu-Süd-Wales. Die Prüfung erstreckte sich auf 18 Holzarten, von denen 11 Hölzer der nördlichen Küste und 7 Hölzer der südlichen Küste entstammten. Die Probekörper wurden den Stämmen in verschiedener Höhenlage entnommen und auf Zug-, Druck- und Scherfestigkeit sowie auf Verhalten unter dem Sandstrahlgebläse geprüft. (Engineering 1912, II, S. 309.)

Untersuchungen über die Eignung von Holz und Eisen zu Eisenbahnschwellen; von Rudeloff. Festigkeitseigenschaften der Baustoffe und ihre Fähigkeiten, sie gegenüber den Einflüssen der Witterung und den Betriebsbeanspruchungen zu bewahren; Erzielung sicherer konstruktiver Verbindungen zwischen Schiene und Schwelle; Einwirkung der Schwelle auf die Bettung. — Mit Abb. (Verhandl. d. Ver. z. Beförd. d. Gewerbfl. 1912, S. 381.)

Natürliche Steine.

Prüfung von Marmor auf Politurhaltigkeit; von Preuß. In Ermangelung eines Prüfverfahrens wurde der Politurgrad des Marmors durch Feststellung der Reflexfähigkeit der Marmoroberfläche auf optischem Wege gemessen. Die Prüfung wurde mit Hilfe eines einfachen Bunsenschen Fettfleckphotometers ausgeführt und als Maßstab für die Politurhaltigkeit die nach Beendigung des Versuches noch vorhandene Reflexfähigkeit im Vergleich zu der zu Beginn des Versuches vorhandenen Reflexfähigkeit bestimmt. Das Verfahren hat sich gut bewährt. Die Versuche haben ergeben, daß Kunstmarmorplatten bei verschiedenen Lagerungsarten ein besseres Erhalten der Politur aufwiesen als Naturmarmorplatten. (Dinglers polyt. J. 1912, S. 634.)

Künstliche Steine.

Silikasteine für Martinöfen; von Lange. Hinweise auf die Beschaffenheit und die Herstellung der Steine. Auswahl des geeigneten Rohstoffs. Analysen mit Angabe der Feuerfestigkeit und der Fundorte. Angaben über das Mahlen, Mischen und Formen des Quarzits. Hydraulische Ziegelpresse von Laeis & Co. in Trier und halbmechanische Presse von Nieland in Köln. Gerüste zum Trocknen der Steine; Brennöfen. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1912, S. 1729.)

Rationelle Bestimmung der zweckmäßigsten Betonzusammensetzung mittels der Reformprüfmaschine; von Färber. Gelegentlich des Neubaues der Stuttgarter Markthalle sind zur Ermittelung der günstigsten Betonzusammensetzung Betonbalken in drei Mischungsverhältnissen 1:3, 1:4½ und 1:6 und mit drei Zuschlagstoffen angefertigt und auf der „Reformprüfmaschine" von Buchheim & Heister geprüft. Versuchsergebnisse. (Deutsche Bauz. 1912, Beilage Nr. 17, S. 133.)

Bewehrung gegen Verdrehen; von M. Preuß. Eine gute Bewehrung der auf Verdrehen beanspruchten Betonkörper wird durch Eisenspiralen erreicht, die dem Sinne des Drehmoments entsprechend und dessen Ebene unter 45° schneidend eingelegt sind. Theoretische Untersuchungen der Spannungsverhältnisse. (Beton u. Eisen 1912, S. 408.)

Versuche über den Wert verschiedener Normalbewehrungen in Eisenbetonbalken; von Saliger. Die Versuche bezwecken den Wert verschieden starker Zugbewehrungen und verschiedener Druckbewehrungen zu erforschen und umfassen die Untersuchung von 9 Balkenarten mit 0,8 bis 4,12 % Eiseneinlage. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse; Schlußfolgerungen. Bei der in der Praxis meist üblichen schwachen Bewehrung unter 1 % wird die Festigkeit mittelguten Betons nur unvollkommen ausgenutzt. Verstärkung der Druckzone durch Eiseneinlagen ist solange wertlos, als der Beton wenigstens mittlere Festigkeit (170—180 $^{kg}/_{qcm}$) besitzt. Verstärkung der Zugzone erhöht die Tragfähigkeit. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1912, Beilage Nr. 13, S. 147 und Nr. 20, S. 158.)

Metalle.

Ursachen der Lunkerung und ihr Zusammenhang mit Schwindung und Gattierung; von Diefenthäler. Beitrag zur Klarstellung der Lunker- und Schwindungsvorgänge in Gußstücken. Erstarrungs- und Schwindungskurven. Schwindung, Lunkerung und Festigkeit, bezogen auf den Graphitgehalt. Gefügebilder. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1912, S. 1813.)

Drahtseile für Hebezeuge und einige Bedingungen für ihre Haltbarkeit; von Adamson. Allgemeine Anforderungen an die Ausbildung der Seile und Verhältnis der Drehstärke zur Dicke des Seiles. Schaubildliche Darstellung der Abhängigkeit der Lebensdauer von dem Durchmesser der Seilscheibe. Durch Oelen kann die Lebensdauer der Seile auf das Zwei- bis Dreifache verlängert werden. Besprechung verschiedener Seilführungen, ihrer Vorteile und Nachteile. (Engineering 1912, II, S. 205.)

Beiträge zur Kenntnis der Zementation des Eisens mittels Gase; von Kurek. Versuche zur Feststellung, wie sich trockenes Kohlenoxyd, Methan und Leuchtgas entweder allein oder unter Zusatz von Ammoniak in verschiedenen Prozentgehalten zur Zementation eignen. Versuchsergebnisse. Gefügebilder. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1912, S. 1780.)

Einfluß der Wärme auf die Zugfestigkeit von Metallen; von Huntington. Beschreibung des Versuchsverfahrens. Versuche mit Kupfer und Kupferlegierungen bis zu 540° C im Vergleich mit Schweißeisen und Flußeisen. Wiedergabe der Ergebnisse in Zahlentafeln und in zeichnerischer Darstellung. (Engineering 1912, II, S. 437.)

Untersuchungen von zwei im Betriebe gebrochenen gußeisernen Ventilgehäusen; von Stock. Durch Zugversuche bei Zimmerwärme und bei höheren Wärmegraden sowie durch Biegeversuche an herausgeschnittenen Stäben wird festgestellt, daß der Bruch der Gehäuse nicht auf die hohe Erwärmung des Gußeisens durch den erhitzten Dampf, sondern darauf zurückzuführen ist, daß das Material nicht den Anforderungen genügte, die man von Maschinenguß von hoher Festigkeit verlangt. — Mit Abb. (Z. f. Dampfk.- und Maschinenbetrieb 1912, S. 401.)

Einfluß von Sauerstoff auf die Eigenschaften von Metallen und Verbindungen; von Law. Fälle bei Lagermetallen und Kupfer für Feuerbüchsen. Gefügebilder. — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 439.)

Gefüge des gehärteten Stahls; von Hanemann. Beschreibung und Benennung der im gehärteten und angelassenen Stahl auftretenden Gefügebestandteile. Erklärung der Härtevorgänge. Hinweis auf ältere Veröffentlichungen. Gefügebestandteile der in Wasser abgeschreckten Stähle. Osmonditflecke, Austenit, Martensit-Nadeln, Zementit-Nadeln, beginnende Schmelzung, Hardenit. Theorie der Abschreckvorgänge. Theorie der Anlaßvorgänge. Praktische Folgerungen für die Härtung von Kohlenstoffstahl. Zusammenfassung. Gefügebilder. (Stahl u. Eisen 1912, S. 1397, 1490.)

Verwendung von Titan in Schienenstahl; von Wickhorst. Die Untersuchung erstreckte sich auf 7 Chargen Bessemerstahl mit 0,05 bis 0,6 % Titanzusatz in bezug auf das Gießen, das Aussehen der durchschnittenen Blöcke, die chemische Zusammensetzung, das Auswalzen und die physikalischen Eigenschaften des fertigen Schienenmaterials. Als zweckmäßigster Titanzusatz hat sich 0,1 % ergeben. Geringerer Zusatz hat nur wenig Erfolg, höhere Zusätze zeigten keinen wesentlichen größeren Einfluß. (Iron age 1912, Bd. 90, S. 718.)

Verwendung von Vanadium bei Stahlguß; von Cone. Eingehender Versuchsbericht über die physikalischen Eigenschaften von Vanadiumstahl. Die Menge des Zusatzes an Ferrovanadium betrug 0,16 bis 0,20 %. Die Ergebnisse zeigen, daß die Zugfestigkeit und die Streckgrenze erhöht wird, namentlich bei niedern Kohlenstoffstählen. Gefügeuntersuchungen. — Mit Abb. (Iron age 1912, Bd. 90, S. 645.)

Elektrische Leitfähigkeit der Metalllegierungen im flüssigen Zustande; von Bornemann und v. Rauschenplat. Es wurden verschiedene verdünnte Legierungen untersucht, ebenso ein vollständiges binäres System mit kompliziertem Schmelzdiagramm (Cu-Sb). Weiter wurde versucht, eine Apparatur auszuarbeiten, die ein größeres Anwendungsgebiet als die bisher benutzten Quarzapparate mit Metall- oder Kohleelektrode besaß. Schließlich wurde eine für Kohlenstoff lösende Metalle geeignete Apparatform hergestellt und in dieser ein passendes binäres System (Cu-Ni) gemessen. Besprechung der Meßergebnisse. Abhängigkeit der Leitfähigkeiten und Temperaturbeiwerte von der Konzentration. (Metallurgie 1912, S. 473, 505.)

Versuche über die Verdrehung von Stäben mit rechteckigem Querschnitt und Versuche zur Ermittelung der Längs- und Querdehnung auf Zug beanspruchter Stäbe; von Bretschneider. Die Verdrehungsversuche mit Stäben von rechteckigem Querschnitt haben eine Formel für die Verdrehungswinkel bei homogenem Flußeisen innerhalb der Proportionalitätsgrenze ergeben. Das Verhältnis der Längsdehnung zur Querdehnung wurde durch unmittelbare Messungen an Flußeisenstäben festgestellt und für ausgeglühtes Flußeisen zu $m = 3{,}34$, für ein hartes, unausgeglühtes Flußeisen zu $m = 3{,}65$ ermittelt. — Mit Abb. (Mitt. über Forschungsarbeiten, Heft 121, S. 1.)

Anwendung der Kinematographie zur Ermittelung der Stoßkraft bei Schlagversuchen; von Höniger. Die Bewegungsvorgänge beim Schlag an einem Pendelhammer werden mittels eines besonderen photographischen Verfahrens aufgezeichnet, aus den erhaltenen Kurven werden die Stoßkräfte berechnet. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1501.)

Bilder von Schienenbrüchen und einige Verfahren, die zu ihrer Erkennung dienen; von Job. Darstellung einer Anzahl charakteristischer Schienenbrüche. — Mit Abb. (Eng. news 1912, II, S. 710.)

Feststellung der Beanspruchungen von Federn und anderen Konstruktionsteilen durch optische und elektrische Messungen; von Coker. Darstellung einiger Abbildungen über die Spannungsverteilung in Blattfedern, die auf optischem Wege erhalten sind. Versuche über die Messung von Spannungen mittels des thermoelektrischen Verfahrens. — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 404.)

Untersuchung von schweißeisernen Gurtstäben; von Mc Kibben. Belastungsversuche mit zwei 6,8 m langen und 74 cm hohen Blechträgern aus Schweißeisen, wobei die Durchbiegungen bei stufenweiser Belastung sowie die Spannungen an verschiedenen Stellen des Querschnittes zur Ermittelung der Lage der neutralen Achse festgestellt wurden. Der Bruchverlauf erfolgt beim Untergurt durch Zerreißen des Winkeleisens am Niet, beim Obergurt durch Einknicken. — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 200.)

Verbindungsmaterialien.

Versuche über den Einfluß des Zusatzes kieselsäurereicher Stoffe zu Kalk auf dessen Erhärtungsfähigkeit; von Burchartz. Die Prüfung umfaßte die Feststellung der chemischen Zusammensetzung der Kalke und des Si, sowie die Ermittelung der Zug- und Druckfestigkeit von vier Mörtelmischungen. Die Erhärtungsfähigkeit der Kalke wird durch Zusatz von Si stark erhöht. Die Festigkeitssteigerung ist um so erheblicher, je größer der Zusatz von Si ist. Ein Zusatz von Portlandzement (als Ersatz eines Teiles des Si) wirkt weniger fördernd auf die Erhärtungsfähigkeit als der von Si allein. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1912, Heft 3, S. 133.)

Bestimmung des Mischungsverhältnisses von abgebundenem (erhärtetem) Zementmörtel und -beton; von Burchartz. Das Mischungsverhältnis läßt sich nur dann ermitteln, wenn das Bindemittel aus einem einheitlichen Material, Zement oder Kalk, besteht und wenn der Zuschlagstoff keine in Säure löslichen Bestandteile enthält. Umrechnung des Mischungsverhältnisses nach Raumteilen aus den durch Analyse gefundenen Gewichtsteilen. Nachprüfung der Umrechnung an einigen Mischungen, deren Zusammensetzung bekannt war. (Mitt. a. d. Kgl. Materialprüfungsamt 1912, Heft 3, S. 117.)

Quellung des Zementes und Betons; von Rohland. Erörterungen über die chemischen Vorgänge beim Abbinden des Zementes. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 538.)

Prüfung von Eisenportlandzement im Vergleich zu Portlandzement; von Gary und Burchartz. Ergebnisse von Versuchen auf Zug- und Druckfestigkeit mit 7 und 28 Tages- und 1/2, 1, 2 und 5 Jahresproben. (Mitt. a. d. Kgl. Materialprüfungsamt 1912, Heft 3, S. 122.)

Untersuchungen von Puzzolan-Portland-Zementen. Vergleichende Zugversuche mit Portlandzement, Puzzolan-Portlandzement und Kalkmörtel. Zugversuche mit verschiedenen Puzzolan-Portlandzement-Mörteln und Versuche in Seewasser. (Eng. news 1912, II, S. 297.)

Hilfsmaterialien.

Beiträge zur Frage der mechanischen Weichgummiprüfung; von Memmler und Schob. Ausführlicher Versuchsbericht über Abnutzungsversuche mit Gummiwalzen, Gummikugeln, Gummiringen und Scheiben. Darstellung und Beschreibung der benutzten Zermürbungs- und Schleifvorrichtungen. Ergebnisse. — Mit Abb. (Mitt. aus d. Kgl. Materialprüfungsamt 1912, Heft 3, S. 139.)

Natürlicher und künstlicher Kautschuk; von Sauder. Gewinnung des Kautschuks in den Urwäldern Brasiliens und in den Plantagen auf Ceylon und seine Verarbeitung zu Kautschukwaren. Eigenschaften des rohen und vulkanisierten Kautschuks. Fabrikation von Kautschukersatzmassen und Regeneration. Synthetische Gewinnung des Kautschuks. (Dinglers polyt. J. 1912, S. 626.)

Technisches Verfahren zur Ermittelung der Wärmeleitfähigkeit plattenförmiger Stoffe; von Poensgen. Nach einem Hinweis auf frühere Versuchseinrichtungen wird ein neues Verfahren zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit plattenförmiger Stoffe beschrieben, wobei ein plattenförmiger quadratischer Heizkörper zwischen zwei gleichdicken Platten des zu untersuchenden Stoffes

liegt und seitlich noch von einem ringförmigen Heizkörper umgeben ist, der ebenfalls mit dem Versuchsstoff bedeckt ist. Untersuchung einiger Bau- und Isolierstoffe. Die Ergebnisse bestätigen die früher gefundene Gesetzmäßigkeit, daß die Wärmeleitfähigkeit mit wachsender Temperatur zunimmt. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1653.)

Neues auf dem Gebiete der Papierprüfung im Jahre 1911; von Herzberg. Neue Einrichtungen und Verfahren zur Bestimmung der Festigkeit und Dehnung und der Luftdurchlässigkeit von Papier und des Feinheitsgrades der Papierfasern, Beurteilung von Pappen durch Handprüfung; Holzschliffreagens; Holzschliffschätzung. Bestimmung des Wassergehaltes in Holzschliff. Unterscheidung von gebleichtem Sulfit- und Natronzellstoff in Papier. Vergilbung von Sulfitzellstoff. Vorbereitung von Pergamentpapier für die mikroskopische Prüfung. Mikroskopischer Nachweis von Harz in Zellstoff. Vorgänge bei der Harzleimung. Fettdichtigkeit von Papier. Angewandte Papierprüfungen. Einfluß von Dicke und Füllstoffen auf die Papierfestigkeit. Einfluß höherer Wärmegrade auf die Leimfestigkeit. Festigkeit von Pergamentpapier. Dauerversuche mit Papier. (Mitt. aus d. Kgl. Materialprüfungsamt 1912, Heft 3, S. 150.)

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten; eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Das Mietwohnhaus der Neuzeit. Herausgegeben von Prof. Dr. Erich Haenel und Baurat Prof. Heinrich Tscharmann. 288 S. in 8° mit 198 Grundrissen, Abb. und Lageplänen. Leipzig 1913. J. J. Weber. Preis 10 M.

Berliner Künstlerheft. Sonderheft der Berliner Architekturwelt. Paul Wallot und seine Schüler. Mit Text von Dr.-Ing. W. Mackowsky, Dresden. 123 S. in 8° mit vielen Abb. Berlin 1912. Wasmuth. Vorzugspreis für Abonnenten 5 M.

Der Baumeister. Monatshefte für Architektur und Baupraxis. XI. Jahrg. Heft 1. Herausgegeben von Hermann Jansen und William Müller. 32 S. in 4° mit vielen Abb. München. Callwey. Preis vierteljährl. 6 M., einzelne Hefte 3 M.

11. Sonderheft der Architektur des XX. Jahrhunderts. Profanbauten von Friedrich Pützer, Arch. in Darmstadt. Text von Dr. Max Creutz, Köln. 102 S. in 8° mit 143 Abb. Berlin 1912. Wasmuth. Abonnenten haben Vorzugspreis.

Kleinwohnungshäuser von Baurat Max Beetz. Praktische Anleitung und Musterbeispiele für den Bau billiger Ein- und Mehrfamilienhäuser für Arbeiter, Handwerker usw. durch Private, Bauvereine und -genossenschaften. Mit einer allgemein verständlichen Anweisung zur Gründung gemeinnütziger Bauvereine. 96 S. in 8° mit über 100 Abb. Wiesbaden 1910. Westdeutsche Verlagsgesellschaft. Preis 2,40 M.

Die Wiederherstellung von Bauten im 19. Jahrhundert. Insbesondere die Wiederherstellung der Alexanderkirche zu Wildeshausen in Oldenburg im Jahre 1908/09. Von Dr.-Ing. Alexander Former, Kgl. Regierungsbaumeister, Braunschweig. 78 S. in 8° mit 39 Abb. und 6 Taf. Eßlingen a. N. 1912. Paul Neff. Preis 3 M.

Leonardo da Vinci von Bruno Schrader. (Bd. 13 d. „Meisterbilder in Farben".) 100 S. in 8° mit Abb. Berlin W 35. Schlesische Verlagsanstalt. Preis 2 M.

Light: its use and misuse. A primer of illumination prepared under the direction of the illuminating engineering Society. 20 S. in 8° mit 19 Fig. Newyork 1912.

Rheinische Bauberatung. Bericht über die Versammlung der Rheinischen Bauberatungsstellen am 26. Juni 1912 in Düsseldorf herausgegeben von Reg.-Präsident a. D. Dr. zur Nedden in Coblenz. 48 S. in 8°. Düsseldorf 1912. Bagel. Preis 1 M.

Prüfungsergebnisse mit natürlichen Bausteinen von k. k. Oberbaurat Prof. August Hanisch. 123 S. in 8° mit 10 Taf. Wien und Leipzig 1912. Deuticke. Preis 15 M.

Das kleine Kalksteinbuch, herausgegeben vom Verein der Kalksteinfabriken. 68 S. mit 26 Abb. Berlin 1912. Selbstverlag. Preis 0,50 M.

Taschenbuch des Bauführers. Die gesamte Bauausführung vom Baugesuch und allen Vorarbeiten bis zu der schlüsselfertigen Uebergabe. Herausgegeben von Arch. K. Arendt und Baurat R. Zimmermann. 300 S. in 8° mit ca. 200 Abb. Wiesbaden 1912. Westdeutsche Verlagsgesellschaft. Preis 3 M.

Deutscher Ziegler-Kalender für das Jahr 1913. Herausgegeben von der Redaktion der Deutschen Töpfer- und Ziegler-Zeitung. I. Teil: Kalendarium. II. Teil: 152 S. in 8° mit Abb. Halle a. S. 1913. Knapp. Für Abonnenten kostenlos.

Vorlesungen über Ingenieurwissenschaften von Geh. Hofrat Georg Christoph Mehrtens, Prof. an der Kgl. Techn. Hochschule in Dresden. I. Teil: Statik und Festigkeitslehre. III. Bd. 2. Hälfte: Statisch unbestimmte Bauwerke. 2. Aufl. 283 S. in 8° mit 233 Fig. Leipzig 1912. Engelmann. Preis 17 M.

Lehrbuch der Graphostatik von Ing. Georg Ewerding, Dozent in Berlin. 196 S. in 8° mit 350 Fig. 2. Aufl. Stuttgart und Berlin 1912. Grub. Preis 5 M.

Graphische Statik mit besonderer Berücksichtigung der Einflußlinien von Dipl.-Ing. Otto Henkel, Oberlehrer an der Kgl. Tiefbauschule in Rendsburg. I. Teil. 146 S. in 8° mit 121 Fig. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 603.)

Die Statik an Baugewerkschulen. Hoch- und Tiefbau. Teil I, bearbeitet von Dipl.-Ing. Pietsch und Ing. Pohl, Kgl. Baugewerkschuloberlehrer in Magdeburg. 81 S. in 8° mit 119 Abb. Essen 1912. Baedeker. Preis 1,80 M.

Eisenkonstruktionen. Leitfaden für den Unterricht an Baugewerkschulen und verwandten technischen Lehranstalten von Prof. Aug. Göbel. II. Aufl. von Dipl.-Ing. O. Henkel. I. Teil. 99 S. in 8° mit 181 Abb. Preis 2 M. II. Teil. 103 S. in 8° mit 302 Abb. Leipzig und Berlin 1912. Teubner. Preis 2,20 M.

Der Wettbewerb um den Bau einer Rheinstraßenbrücke in Köln von Geh. Hofrat Prof. G. Chr. Mehrtens, Dresden, und Friedrich Bleich, Ing., Wien. Sonderdruck aus „Eisenbau", II. Jahrg., Heft 10—12, und III. Jahrg., Heft 1—3 und 5. 104 S. in 8° mit 166 Abb. Leipzig 1912. Engelmann. Preis 6 M.

Der Vierendeel-Träger. Seine Berechnung und Konstruktion von A. Vierendeel, Prof. an der Universität in Löwen. Deutsch von Dipl.-Ing. W. Mehrtens. 56 S. in 8° mit 43 Abb. Düsseldorf 1912. Bagel. Preis 2 M.

Das gelenklose Tonnengewölbe, Rechnungs- und Zeichnungsverfahren. Zum Gebrauche entwickelt von

A. Hofmann, Oberbauinspektor der Kgl. Bayr. Staatsbahnen. 42 S. in 8° mit 19 Abb. Stuttgart 1913. Wittwer. Preis 1,80 M.

Die Hänge- und Sprengwerke und ihre Einflußlinien von Dr. techn. Otto Seyller, o. ö. Prof. an der k. k. montanistischen Hochschule in Leoben. 92 S. in 8° mit 31 Abb. und 32 Taf. Leoben 1913. Nüßler. Preis 8 M.

Die Ausführung von Eisenbetonbauten. Als Leitfaden für den Unterricht an Baugewerkschulen. Bearbeitet von Martin Preusz, Oberlehrer in Breslau. 86 S. in 8° mit 31 Abb. Leipzig und Berlin 1912. Teubner. Preis 1,60 M.

Der Eisenbetonbau in Berechnung und Ausführung. Ein Lehrbuch für Schule und Selbststudium, ein Hilfs- und Nachschlagebuch für die Praxis, zusammengestellt von Karl Allitsch, Prof. an der Staatsgewerbeschule in Innsbruck. 2. Aufl. 213 S. in 8° mit 87 Abb., mit Anhang. Wien und Leipzig 1912. Deuticke. Preis 6 M.

Mitteilungen über Versuche, ausgeführt vom Eisenbeton-Ausschuß des österreichischen Ing.- und Arch.-Vereins. Heft 3. Versuche mit Eisenbetonsäulen. Bericht erstattet von Ing. J. Ant. Spitzer. 272 S. in 8° mit 287 Fig. und 34 Tab. Wien und Leipzig 1912. Deuticke. Preis 10 M.

Sonderabdruck aus „Armierter Beton" 1912. Versuche mit Eisenbetonstützen von Geh. Reg.-Rat Prof. G. Lang, Hannover. 25 S. in 8° mit vielen Abb. Berlin. Springer.

Der Landstraßenbau von A. Liebmann, Kgl. Oberlehrer in Magdeburg. 145 S. in 8° mit 44 Abb. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 598.)

Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Herausgegeben von der Preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde. Abflußjahr 1910. Allgemeiner Teil. 31 S. in 4°. Heft 1. Memel-, Pregel- und Weichsel-Gebiet. 84 S. in 4° mit 1 Uebersichtskarte. Heft 2. Oder-Gebiet. 94 S. in 4° mit 1 Uebersichtskarte. Heft 3. Elbe-Gebiet. 128 S. in 4° mit 1 Uebersichtskarte. Heft 4. Weser- und Ems-Gebiet. 113 S. in 4° mit 1 Uebersichtskarte. Heft 5. Rhein-Gebiet und preußischer Gebietsanteil der Vechte, Maas und Donau. 60 S. in 4° mit 1 Uebersichtskarte. Heft 6. Küstengebiet der Ost- und Nordsee. 79 S. in 4° mit 2 Uebersichtskarten. Berlin 1912. Mittler & Sohn. Preis 30 M.

Ueber die Bewegung des Wassers in Kanälen und natürlichen Wasserläufen und über die Wasserverhältnisse in Seen. Von O. Z. Ekdahl, Oberstleutnant im Kgl. Weg- und Wasserbaukorps Schwedens. 194 S. in 8° mit 17 Abb. Leipzig 1912. Engelmann. Preis 7 M.

Kanal und Schleusenbau von Regierungsbaumeister Otto Rappold, Stuttgart. 119 S. in 8° mit 78 Abb. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 585.)

Stau bei Flußbrücken. Begründung einer neuen Stauformel von A. Hofmann, Oberbauinspektor der Kgl. Bayer. Staatsbahnen. 60 S. in 8°. Stuttgart 1913. Wittwer. Preis 2 M.

Die Dampfmaschinen. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth, Oberingenieur an der Bayer. Landesgewerbeanstalt in Nürnberg. 2. Aufl. 2 Bändchen. I. Bd. Wärmetheoretische und dampftechnische Grundlagen. 152 S. in 8° mit 64 Fig. II. Bd. Bau und Betrieb der Dampfmaschinen. 168 S. in 8° mit 109 Fig. Leipzig 1912. Göschen. Preis jedes Bd. 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 8 und 572.)

Die Eisenbahntechnik der Gegenwart. Herausgegeben von Dr.-Ing. Barkhausen, Dr.-Ing. Blum, Courtin und v. Weiß. I. Bd. Das Eisenbahn-Maschinenwesen. I. Abschnitt. Die Eisenbahnfahrzeuge. I. Teil. Die Lokomotiven. I. Hälfte. 3. Aufl. Bearbeitet von Baumann, Karlsruhe; Courtin, Karlsruhe; Dauner, Stuttgart; Gölsdorf, Wien; Hammel, München; Kittel, Stuttgart. 574 S. in gr. 8° mit 684 Abb. und 11 Taf. Wiesbaden 1912. Kreidel. Preis 24 M.

Der moderne Schiffbau von G. Neudeck, B. Schulz und Dr. R. Blochmann. I. Teil. Geschichtliche Entwickelung des Schiffes, theoretischer und praktischer Schiffbau von G. Neudeck. 278 S. in 8° mit 186 Fig. und 11 Taf. Leipzig und Berlin 1912. Teubner. Preis 8 M.

Projektsstudie zu einem Balancier-Schiffshebewerk von Dr. techn. Otto Felix Schoszberger, beeideter Bauingenieur, Wien. 6 S. in 4° mit 3 Taf. Sonderabdruck aus der „Oesterreichischen Wochenschrift f. d. öffentl. Baudienst", Jahrg. 1912, Heft 32. Wien 1912. Selbstverlag.

Einführung in die moderne Hochspannungstechnik von Dr.-Ing. K. Fischer, Hamburg. 142 S. in 8° mit 92 Fig. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 609.)

P. Stühlen, Ingenieur-Kalender für Maschinen- und Hüttentechniker 1913. Eine gedrängte Sammlung der wichtigsten Tabellen, Formeln und Resultate aus dem Gebiete der gesamten Technik. Herausgegeben von C. Franzen und Prof. E. C. Karch. 48. Jahrg. Teil I. 204 S. in 8° und Notizbuch. Teil II. 200 S. in 8° nebst Bezugsquellen- und Adressenverzeichnis. Essen 1913. Baedeker. Preis zus. 4 M.

Mathematische Bibliothek. Herausgegeben von W. Lietzmann und A. Witting. Einführung in die projektive Geometrie von Dr. Max Zacharias, Oberlehrer am Humboldt-Gymnasium in Berlin. 51 S. in 8° mit 18 Fig. Leipzig und Berlin 1912. Teubner. Preis 0,80 M.

Verzeichnis von H. Wieners und P. Treutleins Sammlungen mathematischer Modelle. Für Hochschule, höhere Lehranstalten und technische Fachschulen. 2. Ausgabe. 64 S. in 8° mit 6 Taf. Leipzig und Berlin 1912. Teubner.

14. Mathematisch-physikalische Schriften für Ingenieure und Studierende, herausgegeben von E. Jahnke. Konforme Abbildung von Leo Lewent, Oberlehrer. Mit einem Beitrag von Dr. Wilhelm Blaschke, Privatdozent, Greifswald. 118 S. in 8° mit 40 Abb. Leipzig und Berlin 1912. Teubner. Preis 2,80 M.

The international fire service Council (founded at Paris 1900). Review Nr. 9 comprising a summary of results of fifty-eight fire tests with doors and shutters conducted by the british fire prevention committee London. April 1912. 45 S. in 8° mit vielen Taf. und Abb. Amsterdam. Published by the international fire service Council.

Die Technik im Lichte der Karikatur. Eine analytische Studie von Dr. Anton Klima, k. k. Regierungsrat am Techn. Museum für Industrie und Gewerbe in Wien. 135 S. in 8° mit 139 Abb. Wien 1913. Malota.

Taschenbuch des gewerblichen Rechtsschutzes. Sammlung der den Geschäftskreis des Kaiserl. Patentamts und den gewerblichen Rechtsschutz berührenden Gesetze und ergänzenden Anordnungen nebst Liste der Patentanwälte. Amtliche Ausgabe November 1912. 210 S. in 8°. Berlin 1912. Heymann. Preis 1 M.

Deutsches Museum, Lebensbeschreibungen und Urkunden. Georg von Reichenbach von Geheimrat Dr. von Dyck. 140 S. in 4° mit 75 Fig. München 1912. Selbstverlag.

Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, herausgegeben von Karl von Buchka, Berlin; Hermann Stadler, Burghausen (O.-B.), und Karl Sudhoff, Leipzig. 4. Bd. 2. Heft. 75 S. in 8°. 4. Bd. 3. Heft. 73 S. in 8°. Leipzig 1912. Vogel. Preis des Bandes (6 Hefte) 20 M.

Triangulierung einer Stadt. Einführung in die Ausgleichung und Berechnung einer kleinen selbständigen Triangulierung. Von Ing. Dr. H. Löschner, o. ö. Professor der Geodäsie an der deutschen Franz-Josef-Technischen Hochschule in Brünn. Mit 11 Abbildungen. Berlin 1912. P. Parey.

Die Beschreibung einer ausgeführten Stadtvermessung hat, namentlich für Studierende, immer einen gewissen Wert. In dem vorliegenden Beispiele handelt es sich um eine im Jahre 1909 unter Leitung des Verfassers durchgeführte Triangulierung einer mährischen Stadt von 5000 Einwohnern. Wegen der großen Entfernung der Punkte des Landesnetzes konnte daran nicht angeschlossen werden, vielmehr wurde eine Basis von ca. 169 ᵐ Länge mit Meßlatten gemessen. Die Netzausgleichung nach der Methode der bedingten Beobachtungen ist nicht im ganzen, sondern in Teilnetzen ausgeführt worden, so daß die später ausgeglichenen Teile in bezug auf die früher ausgeglichenen Winkel Zwangsbedingungen zu erfüllen hatten. Die Anordnung der Hauptpolygonzüge für die Stückvermessung ist in einer besonderen Zeichnung angegeben.
Petzold.

Anleitung zur Ausführung und Ausarbeitung von Festpunktnivellements. Bearbeitet vom K. B. Hydrotechnischen Bureau in München. München 1912. In Kommission bei Piloty & Loehle.

Diese Anleitung hat den Zweck, die Ausführung von Festpunktnivellements in Bayern auf eine einheitliche Grundlage zu stellen und eine Sammlung der bestimmten Höhenpunkte zu erlangen. Die Erfahrungen, die bei den Feinnivellements an den Flüssen Bayerns gemacht worden sind, sind dabei mit verwertet worden. Nach einer Einleitung über solche Nivellements im allgemeinen werden die verschiedenen Gattungen von Festpunkten mit ihren Bezeichnungen, das Nivellierinstrument, die Ausführung des Nivellements und schließlich die Berechnung mit der Ausgleichung besprochen. Als Fehlergrenze ist der mittlere Fehler für ein Kilometer des einfachen Nivellements im ebenen Gelände mit $\pm$ 5 ᵐᵐ und im Gebirge mit $\pm$ 8 ᵐᵐ festgesetzt worden.
Petzold.

G. H. A. Kröhnkes Taschenbuch zum Abstecken von Kurven auf Eisenbahn- und Wegelinien. 15. Aufl., bearbeitet von R. Seifert, Königl. Regierungsbaumeister. Mit 15 Abbildungen. Leipzig und Berlin 1911. B. G. Teubner.

Das allbekannte Kröhnkesche Handbuch hat in seiner 15. Auflage eine wesentliche Umarbeitung erfahren. Neu ist die Einleitung, die die nötigen Theorien enthält: Absteckung von Kreisbogen, von Korbbogen und von Uebergangskurven für Eisenbahngleise, der Theodolit, Bestimmung des Schnittwinkels zweier Richtungen ohne Theodolit und schließlich Zahlenbeispiele für den Gebrauch der folgenden drei Tafeln. Von diesen Tafeln ist die erste, die die Tangenten- und Bogenlänge, die halbe Sehne, die Koordinaten des Scheitelpunktes für den Halbmesser 1000 und alle Zentriwinkel von 0 bis 120 Grad von 10 zu 10 Minuten angibt, auf den fünften Teil des Umfanges zusammengezogen worden. Auch die Tafel II mit den Abszissen und Ordinaten zur Absteckung gleichweitentfernter Bogenpunkte für Halbmesser von 20 bis 10 000 ᵐ ist gekürzt worden dadurch, daß alle Ordinaten über 100 ᵐ Länge weggelassen wurden. Die Zahlentafel III, die im wesentlichen die alte geblieben ist, enthält die Werte des Zentriwinkels für die Bogenlängen 1 bis 9 bei allen in der Zahlentafel II vorkommenden Halbmessern.
Petzold.

Dr.-Ing. W. Gerber. Altchristliche Kultbauten Istriens und Dalmatiens. Dresden 1912. G. Kühtmann.

Es ist eine dankenswerte Tat, die der Verfasser getan, indem er mit den altchristlichen Kultbauten Istriens und Dalmatiens wenigstens einen Teil der in diesen Ländern so reichen Fülle von Denkmälern der Baukunst bearbeitet hat, die zwar schon teilweise veröffentlicht sind, aber meist in fremden und vielfach in den uns fernliegenden slawischen Sprachen. An dem alten Kulturwege von Europa nach dem östlichen Mittelmeer gelegen, haben diese Lande im Altertum, im Mittelalter und bis in die Neuzeit große Bedeutung gehabt und der Entwickelung des Christentums schon früh eine gastliche Stätte geboten, worauf der Reichtum an mehr oder minder erhaltenen Kultbauten zurückzuführen ist, die zwar in den Wogen und Wirren der Völkerwanderungen oft zerstört, aber mit den Resten der Vorgänger oft wieder aufgebaut, nicht selten auch aus mehreren Bauten zu einem Gruppenbau vereinigt sind. In zahlreichen, sorgfältig ermittelten Grundrissen und vielen photographischen Bildern (von denen leider recht viele schief stehen!) bietet Verfasser ein umfangreiches Material, welches einen wertvollen Beitrag zur Erforschung der Entwickelung altchristlicher Baukunst früher Zeit wie unter byzantinischem Einfluß liefert. Da es nicht angeht, in Kürze auf den reichen Inhalt des Buches hier näher einzugehen, sei es dem Studium wärmstens empfohlen. Die Ausstattung ist musterhaft.
S.

Das kleine Kalksandsteinbuch. Herausgegeben vom Verein der Kalksandsteinfabrikanten, e. V. Berlin 1912. Selbstverlag. Preis 0,50 M.

Das Büchlein gibt in kurzen Worten zuverlässige Auskunft über die Herstellung und Eigenschaften der Kalksandsteine, ihre Druckfestigkeit, Wasseraufnahme, Frost- und Wetterbeständigkeit, Widerstandsfähigkeit im Feuer, Wärmeleitung, Haftfestigkeit des Mörtels sowie über die Verwendbarkeit dieses Materials im Hoch- und Tiefbau zu Fundamenten, Wänden, Feuerungen, Schornsteinen, Rohbauflächen, Bildhauerarbeiten, Brunnen- und Bergwerksbauten, Kanalbauten, Abpflasterung der Ufer usw. Durch gute Abbildungen unterstützt, lehrt der Inhalt, daß der Kalksandstein ein außerordentlich brauchbares Material ist, und sehr angenehm berührt es, daß die Herausgeber, obwohl sie pro domo sprechen, in keiner Weise übertreiben. Wer den Kalksandstein noch nicht kennt, wird sich durch die rein sachlichen Ausführungen dieses Heftes überzeugen lassen, daß das bisweilen noch vorkommende Vorurteil und Mißtrauen gegen Kalksandstein nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Wir wünschen dem kleinen Kalksandsteinbuch dieselbe Verbreitung wie dem Kalksandstein.
Schleyer.

Handbuch der Architektur. Teil I. Allgemeine Hochbaukunde, Band 5: Die Bauführung mit Einschluß der Baukostenberechnung, der Baurüstungen und der Beförderungsmittel von Baustoffen auf der Baustelle. Von Hugo Koch, Geh. Baurat und Prof. an der Technischen Hochschule in Berlin. II. Aufl. Mit 198 Textfiguren und 3 Tafeln. Leipzig 1912. J. M. Gebhardt.

Wir können uns bei der Neuauflage dieses Bandes des Handbuches der Architektur darauf beschränken, sein Erscheinen mit Freude zu begrüßen. Die Einschaltung von Kapiteln über architektonische Wettbewerbe, die Gebührenordnung der Architekten und die Bestimmungen über die zivilrechtliche Verantwortlichkeit für Leistungen der Architekten erscheint besonders zweckmäßig. Im übrigen weisen die einzelnen Kapitel unter Einfügung der

von der modernen Technik gemachten Fortschritte und der maßgebenden amtlichen Vorschriften die dem Handbuch und dem Bearbeiter des vorliegenden Bandes bekannte erschöpfende Sachlichkeit auf. Das gleiche gilt von dem ebenfalls in neuer Auflage erschienenen Heft 4 des 2. Bandes über Dächer und Dachformen von Schmidt, Darmstadt, und Dachstuhlkonstruktionen von Landsberg, Berlin. Neben mancher anderen Verbesserung und Erweiterung seien hier die Einschaltung der Kapitel über die modernen Holzdachbinder nach dem System Hetzer und über Eisenbeton-Dachbinder besonders erwähnt. Die 871 Textfiguren bringen trotz mancher Neuerung oft noch Beispiele, die dem Baubedürfnis unserer Zeit ferner liegen. Hier kann jedoch aus finanziellen Gründen nicht auf einmal Wandel geschaffen werden. Von der hoffentlich nicht lange ausbleibenden Neuauflage erhoffen wir weitere Fortschritte.

Wir wünschen den beiden Bänden auch in ihrer Neuauflage die Verbreitung, die das Handbuch der Architektur im ganzen und in seinem einzelnen Teil seit langem findet und verdient.

Dr.-Ing. *Meyer.*

Kurze Anleitung für die Bauüberwachung eiserner Brücken; von G. Schaper, Regierungsbaumeister. Mit 11 Abb. Berlin 1912. Ernst & Sohn. Pr. 1,50 M.

Das kleine Schriftchen bezweckt, jüngere Fachgenossen, die noch nicht die genügende Erfahrung besitzen, auf die hauptsächlichsten Punkte, auf welche es bei der Bauüberwachung eiserner Brücken ankommt, aufmerksam zu machen. Der Inhalt ist in zwei Teile gegliedert: 1. „Regeln für die Bauüberwachung in der Werkstatt" und 2. „Regeln für die Bauüberwachung auf der Baustelle". In der ersten Abteilung wird namentlich auf die „Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenkonstruktionen für Brücken und Hochbau" deutscher Arch. -und Ing.-Vereine, sowie auf die „Besonderen Vertragsbedingungen für die Anfertigung, Anlieferung und Aufstellung von Eisenbauwerken" der preußischen Staatseisenbahnen hingewiesen, aus denen die wichtigsten Stellen wiedergegeben und kurz erläutert werden. Im zweiten Abschnitt wird nur die Aufstellung von Balken- und Bogenträgern auf festen Gerüsten besprochen. Insbesondere werden die Aufstellungsgerüste selbst, das Einbringen der Fahrbahnträger und Lager, die Vermeidung bzw. Beseitigung von Verbiegungen und Ausbeulungen, die Nietarbeiten auf der Baustelle und die Anstreicher-Arbeiten kurz behandelt. Einem eigentlichen Bedürfnis entspricht das Heftchen nicht, vermag aber Studierenden und jungen Ingenieuren eine erste Anleitung zu geben.

L. v. W.

Das Verfahren der Einflußlinien. Nach Vorträgen, gehalten an der Großh. Techn. Hochschule zu Darmstadt, von Dr.-Ing. Th. Landsberg, ehedem ord. Professor an der Techn. Hochschule zu Darmstadt, Geh. Baurat, Mitglied der Akademie des Bauwesens in Berlin. 6. ververmehrte Auflage, mit 99 Abb. im Text. Berlin 1912. Ernst & Sohn. Preis geh. 5,20 M.; gebunden 6 M.

Während die fünf ersten Auflagen vom Verfasser als Manuskript nur für seine Zuhörer herausgegeben wurden und nur die Einflußlinien bei statisch bestimmten Konstruktionen enthielten, ist diese sechste, der Oeffentlichkeit übergebene Auflage neu bearbeitet und um zwei wichtige Abschnitte: „Einflußlinien bei einfach statisch unbestimmten Konstruktionen" und „Kinematische Bedeutung der Einflußlinien", die zum Teil ebenfalls den Zuhörern vom Verfasser als Manuskript überreicht worden waren, vermehrt worden, so daß der Band nunmehr in drei Hauptabschnitte zerfällt. In den beiden ersten Abschnitten wird die Anwendung der Einflußlinien auf die Berechnung der gebräuchlichsten statisch bestimmten, sowie statisch unbestimmten Trägerformen des Brückenbaues dargelegt, und die Ermittelung der ungünstigsten Stellung eines Systems von Einzellasten mit Hilfe der Einflußlinien gezeigt. Im dritten Abschnitt kommen, nach allgemeinen Betrachtungen, hauptsächlich die Formänderungen der ebenen Fachwerke, die Verschiebung der Knotenpunkte eines Fachwerks sowie der Poldrehwinkel und die Biegungslinie bei Dreigelenkbogen zur Behandlung. Die klare und ansprechende Art der Darstellung sowie der reiche Inhalt des Werkes wird ihm viele dankbare Leser zuführen.

L. v. W.

Tabellen für Straßenbrücken aus einbetonierten Walzträgern; von Dr.-Ing. Otto Kommerell, Kaiserl. Baurat im Reichsamt für die Verwaltung der Reichseisenbahnen. Mit 44 Textabb. Berlin 1912. Verlag von Wilh. Ernst & Sohn. Preis geh. 6,80 M.

Nach ähnlichen Grundsätzen, wie die von demselben Verfasser berechneten „Tafeln für Eisenbahnbrücken aus einbetonierten Walzträgern" (s. 1912, S. 445 die Besprechung), sind auch die vorliegenden Tabellen für Straßenbrücken aufgestellt und berechnet, und auch diese sind vom Königlich Preußischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten durch Erlaß vom 28. Mai 1912 den staatlichen Baubehörden zur Benutzung empfohlen worden. Sie bezwecken die Rechenarbeit einzuschränken, indem für Stützweiten bis zu 18,2 m die erforderlichen Trägerquerschnitte aus den 359 verschiedene Belastungsfälle berücksichtigenden Tabellen unmittelbar entnommen werden können. Auch für Gehwege von $0{,}5^{m}$ bis zu $2{,}5^{m}$ Breite sind die erforderlichen Träger berechnet, wobei verschiedene Konstruktionsanordnungen berücksichtigt werden. Aus dem erläuternden Text ist hervorzuheben: die Darlegung der Grundlagen für die statische Berechnung, in der die Lastverteilung, die ruhende und bewegte Last, die zulässige Beanspruchung und die größte Durchbiegung der Träger behandelt sowie die Biegungsmomente und größten Auflagerdrucke für Trägerhöhen von $\leqq 32^{cm}$ bis zu 75^{cm} bestimmt werden. Dann wird der Gang der Berechnungen und die Benutzung der Tafeln erläutert; daran schließen sich Bemerkungen für die Ausführung und ein Anhang, in welchem der Einfluß schwererer Radlasten und stärkerer Chaussierung auf die Beanspruchung der Träger und des Betons gezeigt und ein Vergleich zwischen einbetonierten Walzträgern und reinen Eisenkonstruktionen angestellt wird. Dieser Vergleich spricht sehr zugunsten der einbetonierten Walzträger, da, wie beispielsweise angeführt wird, bei einer Brücke von 10^{m} Lichtweite, 5^{m} breiter Fahrbahn und je zwei $1{,}05^{m}$ breiten Gehwegen sich die Kosten, ohne Chaussierung und Befestigung der Gehwege, bei einbetonierten Walzträgern zu 5880 M. ergeben, während sie für eine mit denselben Belastungen berechnete Eisenkonstruktion nach einem ausgeführten Beispiel 9075 M. betragen. Auch wird bei Verwendung der ersteren, sowohl für die Berechnung als auch für die Ausführung, an Zeit gespart. — Wie die vorerwähnten Tafeln für Eisenbahnbrücken können auch die vorliegenden Tabellen für Straßenbrücken beim Entwerfen gute Dienste leisten und sind daher für diesen Zweck bestens zu empfehlen.

L. v. W.

Berechnung von Rahmenkonstruktionen mit mehreren Mittelstützen sowie vollständige Durchführung der Berechnung eines Rahmens mit Eiseneinlagen und einer quadratischen Platte mit Wasserbehälter aus Eisenbeton; von Dr.-Ing. Heinrich Pilgrim in Stuttgart. Mit 30 Abb. Wiesbaden 1912. C. W. Kreidel. Preis 2,70 M.

Die früheren Veröffentlichungen des Verfassers über Rahmenberechnung sind in der vorliegenden Abhandlung dahin vervollständigt worden, daß letztere hier auf mehrere Mittelstützen ausgedehnt wurde. In der Einleitung werden die praktischen Ergebnisse der früheren drei Veröffentlichungen über die Berechnung und Ausführung von Eisenbeton-Konstruktionen besprochen und die Berechnungsgrundlagen für Gewölbe, Rahmen und durchlaufende Träger mit Eiseneinlagen zusammengestellt. Im ersten Abschnitt wird zur Berechnung von Rahmen mit mehreren Mittelstützen übergegangen, im zweiten Abschnitt das Beispiel der Berechnung eines Bahnsteigdaches mit zwei Pfeilerstützen und zwei Gelenken gebracht und im dritten Abschnitt die Berechnung einer quadratischen Eisenbeton-Unterlagsplatte von 11 m Seitenlänge für einen Wasserbehälter aus Eisenbeton gezeigt, die beide in der geschilderten Zusammensetzung beim Wasserwerk in Tübingen zur Ausführung gekommen sind. Wie die früheren Arbeiten des Verfassers kann auch die vorliegende Interessenten empfohlen werden. *L. v. W.*

Formeln und Tabellen zur Berechnung von Platten und Plattenbalken mit doppelter und einfacher Armierung, ohne und mit Berücksichtigung von Betonzugspannungen. Bearbeitet von Professor L. Landmann, Oberlehrer an der Königlichen Baugewerkschule zu Magdeburg. Wiesbaden 1912. C. W. Kreidels Verlag. Preis 1,30 M.

Anknüpfend an die s. Z. veröffentlichten Zusammenstellungen I und II in den ministeriellen Bestimmungen zur Berechnung von Eisenbeton Konstruktionen und diese erweiternd, werden vom Verfasser in vier Tabellen, von ihm „Listen" genannt, die zur Berechnung der auf Biegung beanspruchten Eisenbeton-Konstruktionen erforderlichen Zahlenwerte zusammengestellt, die auch die Berechnung der doppelten Eisenbewehrung ermöglichen. Der erste Abschnitt bringt die Formeln zur Berechnung von Platten und Plattenbalken ohne und mit Betonzugspannung für einfache und doppelte Eisenbewehrung, während im zweiten Abschnitt 18 Beispiele, unter diesen auch die Berechnung der Kleinschen und der Herbstschen Decken, für die Benutzung der vier Tabellen oder Listen vorgeführt werden. Ueber den Zusammenhang der Liste 1 mit den ministeriellen Bestimmungen verweist der Verfasser im Vorwort auf einen von ihm in Heft IX der Zeitschrift „Beton und Eisen 1912" veröffentlichten Aufsatz. Besser wäre es gewesen, in dem vorliegenden Heftchen selbst diesen Zusammenhang kurz darzulegen. Ebenso wäre es angezeigt gewesen, wenn auch nicht die Ableitung selbst der zusammengestellten Formeln zu bringen, so doch wenigstens die Bedeutung der Buchstabenbezeichnungen anzugeben und vielleicht durch eine Skizze zu verdeutlichen. Es hätte dies den Wert des an sich nützlichen Werkchens als Hilfsmittel für die Berechnungen wesentlich erhöht und auch für diejenigen unmittelbar zugänglich gemacht, die mit den benutzten Buchstabenbezeichnungen nicht vertraut sind und daher erst in den angeführten Aufsätzen die Aufklärung suchen müssen. *L. v. W.*

Zur Statik der Stockwerkrahmen; von Richard Wuczkowski, Ingenieur. 2. neu bearbeitete und erweiterte Auflage, mit 14 Textabb. Berlin 1912. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Preis 1,60 M.

Die in zweiter Auflage erschienene Schrift behandelt die sowohl für Wohngebäude mit großen auf die ganze Tiefe durchgehenden Räumen als auch für Speicherbauten wichtige Frage der mehrgeschossigen zweistieligen Rahmen und entwickelt Formen zur Untersuchung des statischen Verhaltens und zur Berechnung von Rahmenausführungen sowohl aus Baustoffen mit gleichem elastischen Verhalten als auch für solche aus verschieden elastischen Materialien, wie sie die eingespannten Eisenbetondecken in mehrstöckigen Backsteingebäuden darstellen. Dabei wird, um für die Praxis verwendbare und einfache Formeln zu erhalten, vom Verfasser die theoretisch nicht ganz zutreffende Voraussetzung gemacht, daß die gegenseitige Horizontalverschiebung von Ständerkopf und Ständerfuß gleich Null sei. Nach Aufstellung der für die Berechnung erforderlichen Gleichungen werden die Einflußlinien für die Momente besprochen und die Axialkräfte in den Rahmengliedern festgestellt, worauf das Beispiel eines Wohngebäudes von vier Stockwerken mit eingespannten Eisenbetondecken durchgerechnet wird. Dabei wird zum Vergleich auch der nach den Leitsätzen des österreichischen Betonvereins sich ergebende Verlauf der Momente gezeigt. Für die Brauchbarkeit seiner Berechnungsweise wird vom Verfasser ein nach dieser berechnetes und in Wien zur Ausführung gekommenes siebengeschossiges Rahmwerkgebäude mit Räumen von 20 und 21 m Spannweite angeführt, bei welchem die bei der Ausschalung gemessenen Durchbiegungen unter den berechneten Werten blieben und die Belastungsprobe ebenfalls günstige Ergebnisse zeigte. *L. v. W.*

Einflußlinien statisch unbestimmter, elastisch gelagerter Tragwerke; von Dr.-Ing. Karl Arnstein. Berlin 1912. Wilhelm Ernst & Sohn.

Die Berechnung statisch unbestimmter Tragwerke unter Berücksichtigung der auftretenden statischen Verschiebungen bzw. Verdrehungen der Stützpunkte gehört zu den schwierigsten Aufgaben der Statik der Baukonstruktionen. Der leider so früh verstorbene Vianello hat eine dieser Aufgaben: den durchgehenden Träger auf elastisch senkbaren Stützen in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1904, Nr. 4 und 5 behandelt, Müller-Breslau hat sich in der Graphischen Statik, Band II, 2. Abteilung (erschienen 1908) eingehend mit einer großen Zahl von hierher gehörigen Fällen beschäftigt und die Untersuchungen in seiner klaren Behandlungsweise geführt. Das vorliegende Werk sucht ebenfalls eine Reihe von Aufgaben dieses Gebietes zu lösen. Es sind vorgeführt: der durchgehende, elastisch senkbare Balken mit zwei und drei Feldern, der nachgiebig eingespannte Bogen, Balken und Steifrahmen, der durchgehende, elastisch gelagerte Bogenträger mit Kämpfergelenken und endlich die mehrfachen Sprengwerke. Die Entwickelungen sind nach den in der Neuzeit üblichen Verfahren durchgeführt, indem man eine statisch bestimmte, zweckmäßig gewählte Grundkonstruktion mit den zunächst unbekannten, sogenannten überzähligen Größen (Kräften bzw. Momenten) belastet und mit Hilfe des Prinzips der virtuellen Arbeiten sowie des Satzes von der Gegenseitigkeit der Verrückungen die Ueberzähligen ermittelt. Für diese Ermittelungen ist das Verfahren der Einflußlinien überaus wertvoll und fruchtbar.

Der erste Teil führt den elastisch senkbar gelagerten Balken mit zwei und drei Feldern vor. Dieser Teil ist besonders eingehend behandelt, weil er verhältnismäßig einfach ist, den Leser in den Gedankengang gut einführt und in dem Eisenbau sehr häufig Anwendung findet, sowohl bei durchgehenden Trägern auf elastischen (eisernen) Säulen als bei der Fahrbahn von eisernen Brücken. Bei den Fahrbahnen eiserner Brücken werden durchgehende, auf Haupt- und Zwischenträgern elastisch gelagerte Träger häufig verwendet. Eine ältere sehr beachtenswerte Arbeit auf diesem Gebiete ist „Die Theorie lastverteilender Querverbände", von A. Zschetzsche, in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins 1893, S. 553 u. f.

In dem zweiten Teil sind nachgiebig eingespannte Bogen, Balken und Steifrahmen untersucht; es sind hier Tragwerke berechnet, deren Auflagerverschiebungen durch die Formänderung der angeschlossenen Konstruktionsteile verursacht werden. Die wichtigste Konstruktion, der eingespannte Bogen, ist in zweifacher Weise untersucht. Einmal ist als statisch bestimmte Grundkonstruktion, wie meist üblich, der frei aufliegender Träger eingeführt; als Ueberzählige sind dabei gewählt: der Horizontalschub H, die Summe und die Differenz der Einspannungsmomente an den Kämpfern vermehrt je um das Moment der Ueberzähligen H infolge der Verlegung von H an eine um t über der Kämpferlinie gelegene Stelle. Dann wird

$$M_a = M_A + Ht \qquad M_b = M_B + Ht$$

M_A ist das Einspannungsmoment am Kämpfer A,
M_B das Einspannungsmoment am Kämpfer B.
Die Ueberzähligen sind nunmehr:

$$X = H$$
$$Y = M_a + M_C$$
$$Z = M_a - M_C.$$

Die Abteilung setzt eine zur Mitte symmetrische Bogenanordnung und Einspannungsstellen voraus, welche bezüglich ihres elastischen Verhaltens gleichartig beschaffen sind.

Eine zweite Untersuchung legt als statisch bestimmte Grundkonstruktion zwei Hälften zugrunde, deren jede in einen Kämpfer eingespannt ist; beide hängen in Wirklichkeit im Scheitel zusammen; dort müssen also an der Grundkonstruktion solche Ueberzählige angebracht werden, daß sich die wirklich vorhandene Konstruktion ergibt. Also werden in üblicher Weise am Scheitel als Ueberzählige wirken müssen,

die wagerechte Kraft H,
die lotrechte Kraft V,
das Moment M.

Natürlich wirken diese Kräfte bzw. Momente auf beide Teile im entgegengesetzten Sinne. Auch hier wird die Rechnung vereinfacht, indem man H aus dem Scheitel parallel verschiebt, etwa um s; dann werden die Ueberzähligen:

$X = H$ (im Abstande s von der Scheitelwagerechten).
$Y = V. \quad Z = M + H \cdot s.$

Bei den Anwendungen ist auch der Zweigelenkbogen mit seitlichen Auslegern behandelt; die Enden der Ausleger sind durch wagerecht bewegliche Auflager unterstützt. Diese Konstruktion ist wie die der Mirabeau-Brücke in Paris, jedoch mit dem Unterschiede, daß bei dieser Brücke der Bogen über der Mittelöffnung drei Gelenke aufwies. Dort war also die Konstruktion zweifach statisch unbestimmt, die hier untersuchte ist dreifach statisch unbestimmt. In ähnlicher Weise sind auch die elastisch eingespannten Steifrahmen behandelt, gleichfalls für symmetrische Anordnung zur Mitten-Lotrechten.

Teil III beschäftigt sich mit dem durchgehenden, elastisch gelagerten Bogenträger mit Gelenken an den Endkämpfern und ungelenkiger Verbindung an den mittleren Kämpferpunkten. Diese Konstruktion ist bei zwei Oeffnungen zweifach, bei drei Oeffnungen dreifach, bei n-Oeffnungen n-fach statisch unbestimmt. Die Ueberzähligen sind zunächst die Horizontalkraft und die Stützenmomente. Durch Einführung etwas geänderter Ueberzähligen, wie bei Teil II, vereinfacht sich die Rechnung. Für $H = 0$ erhält man aus dem allgemeinen Fall den durchgehenden Balken auf elastisch senkbaren Stützen.

In dem vierten Teile sind die mehrfachen Sprengwerke behandelt, wie sie in Holz früher vielfach ausgeführt wurden und auch heute unter gewissen Umständen empfehlenswert sind. Es ist gewiß zweckmäßig, daß man über die theoretischen Beziehungen bei diesen Konstruktionen Klarheit verbreitet, ob aber der Baustoff, das Holz, und ob die Verbindungen an den Knotenpunkten ausreichende Voraussetzung für so feine Berechnungen bilden, darf billig bezweifelt werden. Jedenfalls sollten die Ergebnisse derartiger Berechnungen nur unter sorgfältiger Prüfung darüber angewendet werden, ob die bei der Berechnung gemachten Voraussetzungen auch wirklich erfüllt sind.

Das Werk ist, entsprechend den Ueberlieferungen der Verlagsfirma, vornehm ausgestattet. Entsprechend dem schwierigen Inhalt ist es nicht leicht lesbar, verlangt vielmehr eingehendes Studium; die auf das Studium verwendete Arbeit wird durch vielseitige Anregung belohnt.

Th. Landsberg.

Rechnerische Bestimmung und Auswertung der Elastizitätsellipse in ihrer Anwendung auf die Bogenträger; von Dr. techn. Fritz Postuvanschitz. Fortschritte der Ingenieurwissenschaften. II. Gruppe, 22. Heft. Leipzig 1910. Wilh. Engelmann. Geb. 5 M.

Die graphische Statik von Culmann, deren erster Band in zweiter Auflage 1875 erschienen ist, konnte sich nicht in solchem Maße in der Praxis Eingang verschaffen, wie es dieses klassische Werk verdiente. Hauptgrund war wohl die vorwiegende Verwendung der synthetischen Geometrie, welche den Ingenieuren jener Zeit noch recht wenig bekannt war. Das ausgezeichnete Werk von Th. Reye, die Geometrie der Lage, war 1866 erschienen, und erst nach und nach brach sich die Erkenntnis Bahn, wie fruchtbringend ihre Verwendung bei vielen Aufgaben der Konstruktionskunst ist. Die Züricher Schule pflegte unter dem Einflusse von Culmann und seinem Nachfolger W. Ritter die graphische Statik unter Zugrundelegung der synthetischen Geometrie, während man sich in Norddeutschland ablehnend verhielt. Bei den schwierigeren Aufgaben der Statik der Baukonstruktionen spielen die Formänderungen eine entscheidende Rolle. Die Formänderungen werden nun von der „Züricher Schule" mit Hilfe der Elastizitätsellipse untersucht. Der Verfasser ist bestrebt, in dem vorliegenden Werk diesen schönen Methoden weiteren Eingang zu verschaffen, nachdem schon W. Ritter in seinen Anwendungen der graphischen Statik diese Aufgabe gründlich und klar behandelt hat. Freilich haben die bei uns in Deutschland üblichen neueren Verfahren den Vorzug, außerordentlich durchsichtig zu sein und mittels der Sätze von den virtuellen Verrückungen, der Gegenseitigkeit der Verschiebungen, den Einflußlinien einfache, leicht beschreitbare Wege zu weisen. Aber trotzdem ist die erweiterte Kenntnis der Verfahren von Culmann-Ritter bei unseren Ingenieuren wünschenswert. Der Einblick in das Wesen der Sache kann durch verschiedenartige Behandlung nur gewinnen. Der Verfasser zeigt, daß die Elastizitätsellipse auch ohne Kenntnis der Geometrie der Lage verwendet werden kann.

Besondere Bedeutung haben die ersten fünf Abschnitte des Werkes, in denen die allgemeinen Verhältnisse, die elastischen Formänderungen und ihre Ermittelung mittels der Elastizitätsellipsen vorgeführt sind. Dann folgen auf diesen Grundlagen Untersuchungen der beiderseitig eingespannten vollwandigen Bogen, endlich als wertvoller Anhang eine Zusammenstellung der in Betracht kommenden Sätze aus der Lehre von der Elastizitätsellipse. Die Abhandlung diente in Graz als Dissertation zur Erlangung der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften; sie ist anregend und belehrend.

Th. Landsberg.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1913. Heft 3.
(Band LIX; Band XVIII der neuen Folge.)



Erscheint jährlich in 6 Heften.
Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

Arbe,
die Stadt und die Insel,
ein malerisches Schatzkästlein der Natur und Kunst in Dalmatien.

Von Prof. W. Schleyer, Geh. Baurat in Hannover.

Dalmatien, nicht mit Unrecht das Land der Sonne genannt, vor den Pforten des Orients an der Ostküste der Adria gelegen längs des alten Kulturweges, der aus Europa nach den östlichen Mittelmeerländern führt, das Land, das seit dem Altertum bis in die Neuzeit hinein gewaltigen Momenten der Weltgeschichte die Stätte geboten und die Zeugen seiner großen Vergangenheit aus den verschiedensten Kulturepochen in reicher Fülle sich erhalten hat, das wegen seiner unvergleichlichen Naturschönheiten gleichwie wegen seiner architektonischen Kunstschätze verdient hätte, dauernd das Ziel der Reisenden zu sein, war seit Menschenaltern der Vergessenheit anheimgefallen. Während sich in Italien seit Jahrhunderten ein schier unversieglicher Strom natur- und kunstliebender Menschen jahrein jahraus bewegte, blieb die dalmatinische Seite des adriatischen Meeres bis vor kurzem fast ganz unberührt und unbekannt, obwohl sie mit ihrem Gegenüber in mancher Hinsicht recht wohl wetteifern kann, und obwohl seit Mitte des vorigen Jahrhunderts mehrere Reisende auf Dalmatien aufmerksam gemacht haben. Der Grund dafür liegt wohl in der natürlichen Beschaffenheit und unbequemen Zugänglichkeit des Landes. Ein Küstenstreifen von 562 km Länge, dessen größte Breite von 60 km stellenweise bis auf nur 2 km herabgeht, in dem die rauhen dinarischen Alpen und das unwirtliche Velebitgebirge mit Höhen von 1800 m und darüber ohne größere Flüsse und ohne genügend verteilte und gangbare Quertäler sich bis hart an das Meer schieben, konnte Dalmatien weder wirtschaftlich noch politisch zu höherer Entfaltung gelangen, weil aller Verkehr auf die Küste beschränkt bleiben mußte, der das erforderliche Hinterland fehlte, ein Mangel, dem Oesterreich-Ungarn erst in unseren Tagen (1909) abgeholfen hat, indem es die wertvollen und nicht minder schönen Länder Bosnien und Herzegowina, die während dreißigjähriger Okkupationszeit den reichen Segen zielbewußter Kulturarbeit bereits erfahren hatten, seinen Grenzen definitiv einverleibte.

Dalmatiens berückende Schönheit beruht, abgesehen von seinem köstlichen Klima und der üppigen, die Küste begleitenden immergrünen Vegetation von stellenweise subtropischem Charakter, vorwiegend auf der innigen Verbindung des gebirgigen Festlandes mit dem tiefblauen Meere, das teils in romantischen, fjordartig tief einschneidenden Buchten die Ufer gliedert, teils die klippenreichen Inseln*) und Inselchen (Scoglien) umbrandet, die wie abgestürzte Felsbrocken der Küste vorgelagert sind und dem entzückten Auge unendlich wechselnde, reizvolle Durchblicke auf Land und Meer gewähren, Durchblicke von einer Mannigfaltigkeit, wie sie großartiger und farbenreicher sonst kaum zu finden sind. Gilt doch Dalmatiens Südspitze mit den Bocche di Cattaro als die schönste Landschaft von ganz Europa!

Gegen Norden reicht Dalmatien bis in den Quarnerolo hinauf und schiebt sich auf die Inseln Veglia und Cherso zu (s. Bild 1) von dem Festlande Kroatiens her mit einer Reihe von Inseln, unter denen, wenn man von einigen kleineren, unbewohnten Scoglien absieht, die nördlichste die Insel Arbe ist, die durch ihre reizvolle landschaftliche Schönheit und durch eine reiche Fülle stimmungsvoller Bau- und Kunstdenkmäler viele andere größere übertrifft und dadurch das Interesse jedes Natur- und Kunstfreundes erregen muß.

*) Von 12841 qkm Fläche Dalmatiens entfallen 2387 qkm, d. h. fast der fünfte Teil, auf die Inseln, deren Zahl 1000 weit übersteigt.

Nach Arbe gelangt man am besten von Fiume aus. Da die großen, prächtigen Eildampfer nur die Hauptplätze von Dalmatien anlaufen, ist man auf die bescheideneren Schiffe der Küstenlinien angewiesen; daß diese kleiner sind und weniger Komfort bieten, ist bei der kurzen Fahrzeit von 5 bis 7 Stunden ohne Bedeutung. Die Dampfschiffahrts-Gesellschaften Ungaro-Croata, Austro-Croata, Dalmatia, Adria und Ragusea sorgen jetzt fast täglich für Verbindung, die sich auf zwei Routen verteilt. Die westliche geht durch den Golf von Fiume über Abbazia, Caisole, Smergo, Veglia, Besca nuova nach Arbe; die östliche hat zwar längere Fahrtdauer, ist aber interessanter. Man fährt

Bild 1. *Uebersichtskarte.*

am kroatischen Ufer entlang vorüber an der versteckten Bucht von Buccari*) (wo den Kunstfreund u. a. ein altes Schloß und ein malerisches romanisches Haus erfreut) durch ein schmales Seetor in den von kahlen felsigen Ufern eingeengten Canale di Maltempo, landet in Cirkvenica und Novi, fährt hinüber nach Veglia zu dem auf hohen, zum Hafenbecken steil abfallenden Felshängen ungemein reizvoll gelegenen kleinen Orte Verbenico, wendet sich nach dem jahrhundertelang als Seeräubernest gefürchteten Städtchen Zengg**), malerisch am Fuße des kahlen wildgezackten Velebitgebirges gelegen, wo — wie es im Volke heißt — die Bora geboren wird und schlimmer wütet als an irgend-

*) Buccari muß man von Fiume aus mit Lokaldampfern besuchen.

**) Zengg ist der Hafenplatz für einen Abstecher nach den wildromantischen Plitvicer Seen, die zu besuchen kein Dalmatien-Reisender unterlassen sollte.

einer anderen Stelle der Adria, und gelangt endlich über Besca nuova an dem trostlos öden Pervicchio vorüber nach der Insel Arbe (s. Bild 2),*) die sich schon von ferne durch ihre ausgedehnten grünen Waldkomplexe in wohltuenden Gegensatz stellt zu der geistergrauen Einöde des Festlandes und der übrigen Inseln. Mehr und mehr gewinnt der Anblick, wenn zur Linken über hohen Mauern auf steilen Felsufern die Türme der Stadt Arbe sich aus der blauen Flut emporheben (s. Bild 3) und schon von weitem ahnen lassen, daß man sich einem altertümlichen Platze nähert, der je länger desto mehr seine malerischen Schönheiten enthüllt und eine Vergangenheit haben muß.



Bild 2. *Die Insel Arbe.*

Die Stadt liegt auf einer schmalen felsigen Landzunge (s. Bild 4), welche einen vortrefflich geschützten natürlichen Hafen von der Eufemiabucht abtrennt, deren steiles Ufer, bekrönt von altersgrauem Gemäuer, in seiner ganzen Länge ungemein wechselvolle und anziehende Bilder darbietet (s. Bild 5, 6, 7).

Außerordentlich reizvoll und stattlich präsentiert sich die Südspitze der Stadt, wo über gefährlichen Klippen steil aus dem Meere sich das Kloster S. Antonio aufbaut, überragt von dem Dom und dessen prächtigem Campanile (s. Bild 8). Lenkt man nun hinter der Stadt in den Hafen ein, so fährt man an einem von den Venezianern erbauten gewaltigen Festungswerk vorüber, das, eine halbrunde dräuende Bastion trotzig in das Meer vorschiebend, die Einfahrt zu decken bestimmt war und das Stadtbild

*) Nach: Ill. Führer durch Dalmatien. 10. Aufl. Wien und Leipzig 1912. A. Hartleben.

auf dieser Seite charakteristisch beherrscht (s. Bild 9). Nahebei deutet ein kleiner Hafenplatz auf die Stelle, an welcher das Schiff anlegt. Auch von der Landseite bietet

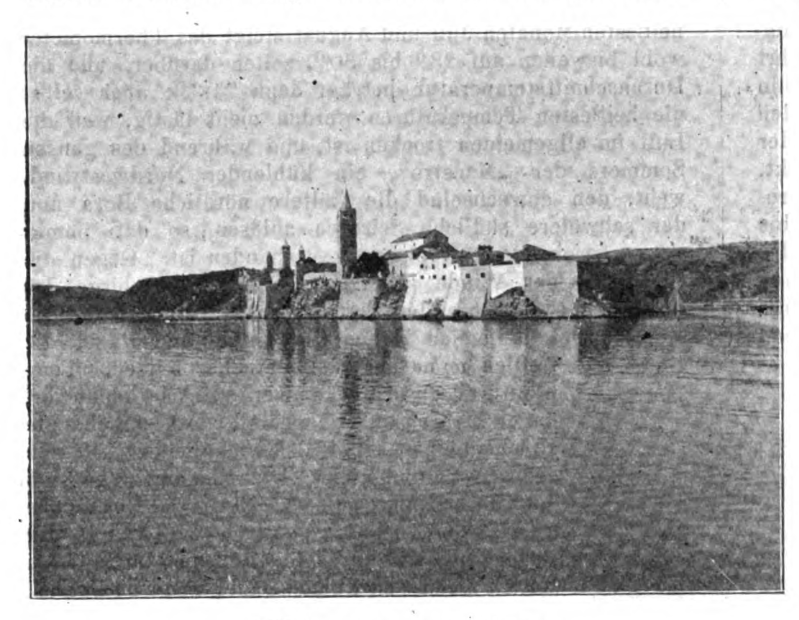


Bild 3. *Arbe von der Seeseite.*

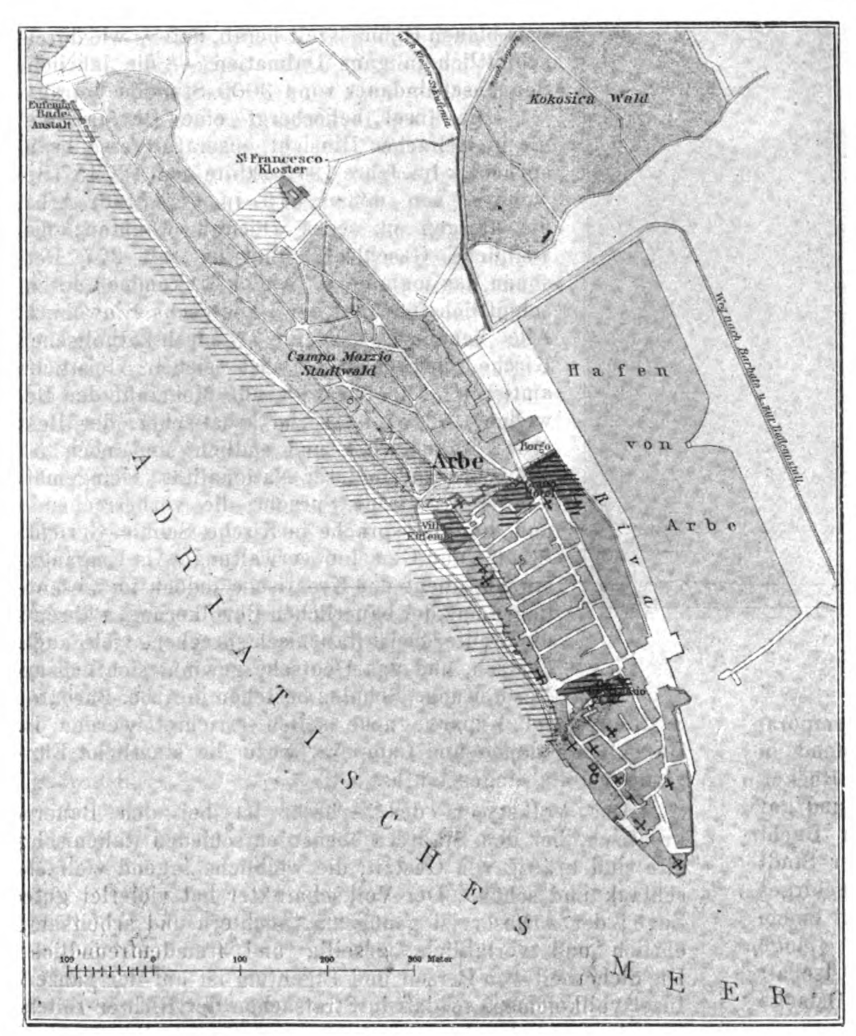


Bild 4. *Lageplan der Stadt Arbe.*

Arbe einen reizvollen, anmutigen Anblick, den Bild 10 über den geräumigen Hafen hinweggesehen wiedergibt.

Der Eindruck, den Arbe auf den Ankommenden macht, und der bei jedem Rundgang durch die Stadt nur noch verstärkt wird, ist ohne Zweifel ausgeprägt venezianisch. Trotzdem ist es nicht zu billigen, daß man es neuerdings im Uebereifer der Lobpreisung „das österreichische Venedig“ genannt hat. Was für Venedig charakteristisch ist, die Lage der Stadt in den Lagunen, von Kanälen durchzogen, welche den Fuß der Gebäude bespülen und den Verkehr tragen, sucht man in Arbe vergebens, denn die Stadt baut sich auf einem Felsrücken auf, zu dessen Höhe man auf steilen holperigen Gassen emporsteigt. Auch die Baudenkmäler sind hier nicht so imponierend, stehen nicht auf der Stufe so hoher künstlerischer Vollendung und Ausgestaltung wie dort. Man lasse also lieber den hinkenden Vergleich und bewundere in Arbe das malerische Element, das Zusammengehen von Natur und Kunst, die sich unter dem lachenden dalmatiner Himmel aufs glücklichste vereinen und als Ganzes auch hohen Ansprüchen gerecht werden. Arbe hat sich eben den Charakter seiner Herkunft bewahrt, und das ist es, was wir an ihm schätzen. Ist es auch kein Venedig, so ist es doch ein überaus anheimelndes malerisches Fleckchen Erde, ein Schatzkästlein der Natur und Kunst, das zu schauen ein Genuß ist, dem man sich gern zu wiederholten Malen hingibt! Man kann nur Jackson*) beipflichten: „The beautiful scenery, the strange old mediaeval town, seeming more a memory than a reality, and the delicious bird-notes rising out of the stillness made a pathetic impression that cannot be easily described. Of all Dalmatian towns there is none to my taste so lovely as poor plague-stricken Arbe“.

Geographisch gehört Arbe zu dem nahen Festland Kroatien, von dem es durch den nur schmalen Meeresarm Canale della Morlacca getrennt ist, während es politisch schon in alten Zeiten, mindestens schon im Jahre 812, dem Königreich Dalmatien angegliedert war, dem es auch heute noch zugehört. Das Eiland bedeckt 103,46 ^{qkm} Fläche bei einer größten Länge von etwa 22 ^{km} und einer Breite von ca. 10 ^{km} im Norden und 4 ^{km} im Süden. Die Gestalt der Insel wechselt in den verschiedenen Teilen sehr stark (s. Bild 2). Reich gegliedert ist die nördliche Hälfte durch mehr oder weniger tief eingreifende Meerbusen (Valle), besonders durch die Buchten von Campora, S. Pietro, Loparo, die Cernica- oder südliche Badebucht von Loparo und viele kleinere, unter denen an der Westseite S. Margherita und wegen ihres guten natürlichen Hafens S. Christoforo zu nennen sind. Förmlich zerrissen ist die nach Nordost ausgreifende Halbinsel Loparo, mehr geschlossen die ganze südliche Inselhälfte, besonders an der Ostseite, während an der Westseite als Fortsetzung des Canale di Barbato nach Norden zu die S. Eufemiabucht einschneidet, die zu dem natürlichen und später ausgebauten, geräumigen und schönen Hafen der Stadt Arbe den Zugang bildet.

Die Insel hat ausgesprochen gebirgigen Charakter und wird in der Längsrichtung von SO nach NW von drei parallelen Bergrücken durchzogen. Der östliche, das Tignarogebirge, ist mit 22 ^{km} der längste und der bedeutendste; er fällt nach Osten grausig kahl und fast ohne jegliche Vegetation außerordentlich schroff und steil in den Canale della Morlacca ab, der dadurch bedeutende Meerestiefen erhält (an der Südspitze der Insel bis zu

*) T. G. Jackson, Dalmatia, the Quarnero and Istria. Oxford 1887. Vol. III, p. 238.

106 ^{m}) und erreicht gegenüber der Stadt Arbe in der Tigna rossa mit 408 ^{m} die größte Höhe der Insel überhaupt. Der westliche Höhenzug erstreckt sich von Punta Superiore im NW etwa 9 ^{km} lang und bis zu 92 ^{m} hoch bis zur Halbinsel Fracagno, die vor der Stadt Arbe die Eufemiabucht vom offenen Meere trennt, in der Hafeneinfahrt 15—25 ^{m} tief unter Wasser sinkt und in der Insel Dolin ihre natürliche Fortsetzung findet. Zwischen diesen beiden Bergrücken in der Mitte erhebt sich ein dritter, der östlich des Hafens anfängt und sich nach NW erstreckt, bis er zwischen der Camporabucht und der S. Pietrobucht ins Meer absinkt; er ist nur ca. 8 ^{km} lang und bis 140 ^{m} hoch, fällt wie alle Höhenzüge der Insel an der Ostseite steiler ab als an der Westseite und trägt reichlich Pflanzenwuchs. Zwischen dem westlichen und dem mittleren Bergrücken liegt das teilweise in Kultur genommene

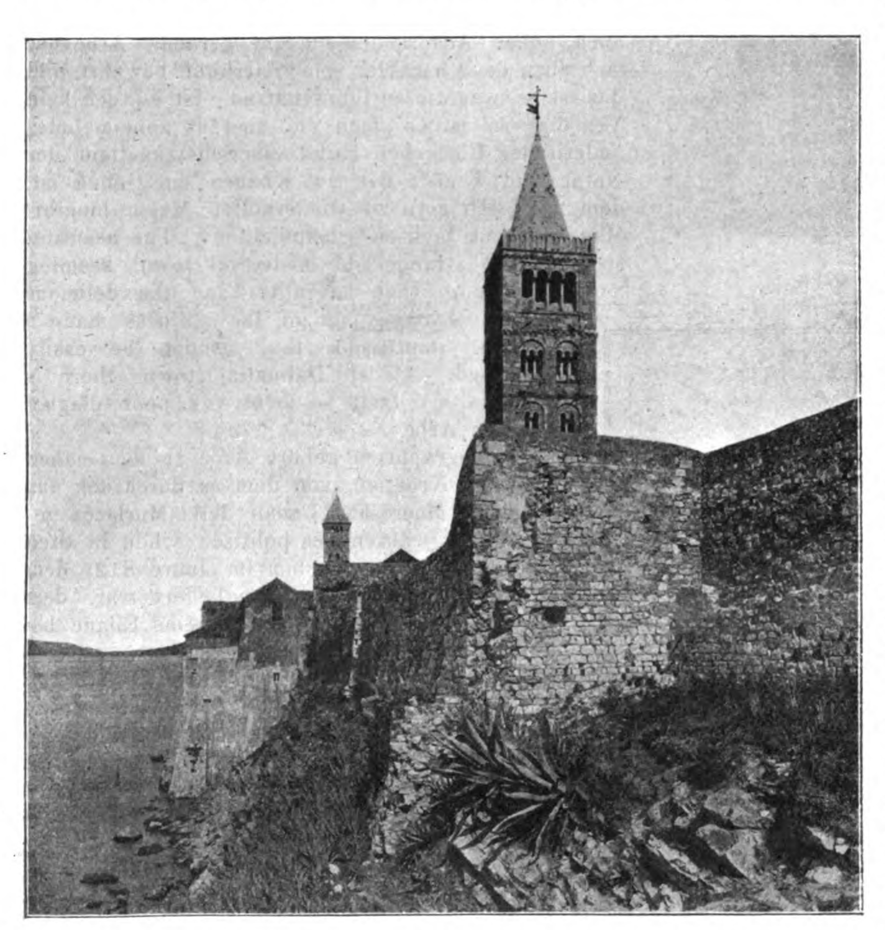


Bild 5. *Ufer der Eufemia-Bucht.*

Camporatal, das nach NW ziemlich steil in die Camporabucht, nach SO flacher und schließlich versumpfend in die Eufemiabucht sinkt. Zwischen dem mittleren Rücken und dem Tignarozug liegt das äußerst fruchtbare und gut kultivierte Tal von S. Pietro, das sich von der Bucht gleichen Namens bis nach Bagnol, gegenüber der Stadt Arbe erstreckt. Die Nordspitze des Tignarogebirges fällt ostwärts steil ab zur Halbinsel Loparo, die mit einem nur 15 ^{m} über dem Meere liegenden Tal von 2 ^{km} Länge und kaum 1 ^{km} Breite beginnend ostwärts über die Ortschaft Loparo hinaus bis 92 ^{m} Höhe ansteigt, um an der Ostseite wieder steiler ins Meer abzufallen.

Von der Natur außerordentlich begünstigt sind die klimatischen Verhältnisse von Arbe, das im Mittel auf 44 ^{0} 46′ n. Br. gelegen, also ungefähr in gleicher Breite mit Pola, Genua, Bordeaux, mit seinem ausgesprochenen Seeklima der nur wenig südlicheren französischen und italienischen Riviera in klimatischer Hinsicht völlig gleichkommt; steht doch schon Abbazia, der Hauptpunkt der österreichischen Riviera, obwohl einen vollen Breitengrad nördlicher gelegen, jener durchaus nicht nach. Die mittlere Jahrestemperatur ist etwa 15,8 ^{0}. In den heißesten Monaten Juli und August steigt das Thermometer wohl bisweilen auf 28 ^{0} bis 30 ^{0}, selten darüber, und die Durchschnittstemperatur beträgt dann 24,3 ^{0}; aber selbst die heißesten Temperaturen werden nicht lästig, weil die Luft im allgemeinen trocken ist, und während des ganzen Sommers der „Maestro", ein kühlender Nordwestwind, weht, den abwechselnd die kältere nördliche Bora und der schwülere südliche Scirocco ablösen, so daß immer eine erfrischende Luftbewegung vorhanden ist. Gegen die Heftigkeit der Winde schützen die eigenen Gebirge der Insel, gegen die Bora der Tignarozug, gegen den Scirocco die parallel laufenden Höhen von Dolin und Pago, die freilich mehr als Wellenbrecher nützen. Temperaturen unter 0 ^{0} kommen auf Arbe nicht vor, daher Frost und Schneefall dort unbekannte Erscheinungen sind. Nebel gehört zu den größten Seltenheiten. Die Niederschläge sind mit durchschnittlich ca. 900 ^{mm} Regenhöhe (in Maximum 1080 ^{mm}) ausreichend und in der Regel gut verteilt. Gewitter sind nicht allzu selten, meist von kurzer Dauer und von kurzen, aber kräftigen Regengüssen begleitet. Charakteristisch für das Wetter ist der köstliche Sonnenschein; so ausdauernd lacht die Sonne vom blauen Himmelszelt herab, daß — wie durchschnittlich in ganz Dalmatien — die jährliche Sonnenscheindauer rund 3000 Stunden beträgt!

Die Insel beherbergt eine Bevölkerung, die in vielfacher Hinsicht unser Interesse beansprucht. Im Jahre 1910 zählte man*) 5457 Bewohner, von denen 815 in der Stadt Arbe, die übrigen in sechs Dörfern wohnten; das weibliche Geschlecht überwog mit 267 Personen das männliche. Auf 1 ^{qkm} kommen durchschnittlich fünf, auf ein Haus sechs Einwohner. Alle bekennen sich zur römisch-katholischen Kirche, in deren Dienst sieben Geistliche amtieren. Die überwiegende Mehrzahl der Bewohner (5245) ist serbo-kroatischer, der Rest (161) italienischer und endlich sind noch 51 deutscher und anderer Nationalität. Demgemäß ist die kroatische Sprache die vorherrschende und die Amtssprache in Kirche, Schule, Gericht, Staats- und Gemeindeverwaltung. Als Umgangssprache dient das Kroatische jedoch im wesentlichen nur der bäuerlichen Bevölkerung, während die Städter meist italienisch sprechen, viele auch deutsch, und das Deutsche gewinnt sichtlich an Verbreitung. Schulen bestehen in Arbe, Barbato, S. Pietro und Loparo; neue sollen errichtet werden in Bagnol, Mondaneo und Campora, wozu die staatliche Fürsorge bereits eingesetzt hat.

Der Volkstypus der Arbeser ist bei den Bauern kroatisch, bei den Städtern ebenso entschieden italienisch; alle sind kräftig von Gestalt, die weibliche Jugend vielfach schlank und schön. Der Volkscharakter hat vielerlei gute Züge; der Arbeser ist genügsam, nüchtern und arbeitsam, ehrlich und verläßlich, gesellig und fremdenfreundlich. Die Sicherheit von Person und Eigentum ist auf der ganzen Insel vollkommen, so daß in Strafsachen der Richter selten zu arbeiten hat. Nur ausnahmsweise bei festlichen Anlässen trinken die Bauern wohl und tanzen dann leidenschaftlich den Kolo. Die Frauen sind mehr als fleißig, vielgeschäftig und füllen selbst auf den Wegegängen die

*) Vergl. D. J. Günter: Die Insel Arbe. Mit einer geolog. Karte. Graz 1912. Verlag des k. k. ersten Staatsgymnasiums.

Zeit noch nützlich damit aus, daß sie, den Rocken unter dem Arm tragend, mit der Handspindel Wolle spinnen. Eine eigentliche Nationaltracht wie im mittleren und südlichen Dalmatien ist nicht vorhanden, wenn man nicht die einfache Kleidung der Frauen — einfarbige, dunkle, kurze Faltenröcke, offenes Mieder und buntes Kopftuch — so nennen will; die Männer tragen zu gewöhnlicher Kleidung allgemein die kleine, dem studentischen Cerevis ähnliche leuchtend rote, schwarz besetzte Mütze mit kurzer schwarzer Fransenquaste (Kapa), die nur mit Hilfe einer Schnur auf dem Kopfe festsitzt, einen Schutz gegen die Sonne aber nicht bieten kann. Allen Arbesern eigen ist eine große Vorliebe für Blumen; jung und alt beiderlei Geschlechts schmücken sich gern damit, wenn sie zur Arbeit gehen, und besonders anheimelnd ist das Bild, wenn Sonntags die Landbevölkerung im Feiertagsgewande blumengeschmückt zur Stadt kommt.

Zu bedauern ist es, daß die Bauern sozial noch nicht so gestellt sind, daß sie die wahre, rechte Liebe zu ihrem Heimatboden haben; nur wenige von ihnen sind Besitzer ihres Hofes, weitaus die meisten sind Kolonen, d. h. Wirtschafter, welche ihre Arbeitskraft in den Dienst des Grundherrn stellen, der sie in den Hof einsetzt. Sie zahlen keine Pacht, sondern haben einen Teil ihrer Erzeugnisse, in der Regel die Hälfte, an ihn abzuliefern. Gesetzlichen Schutz genießen die Kolonen nur insofern, als sie nur bei ganz grobem Verschulden von der Scholle vertrieben werden können, und der Grundherr den Hofbesitz nicht ohne Zustimmung des Kolonen beliebig verkaufen darf. Der mißlichen, nicht mehr zeitgemäßen Lage dieser Bevölkerung ist sich jedoch die Staatsregierung bewußt, die jetzt fürsorglich daran geht, die Kolonen durch Loskauf selbständig zu machen. Grundherren sind in der Regel die Bürger der Stadt Arbe, die nicht allein ihr Hausgrundstück in der Stadt, sondern noch dazu auf dem Lande einen oder mehrere Bauernhöfe besitzen. Obwohl sie auf fast allen Gebieten des Handels und des Handwerks arbeiten, muß von den Bedürfnissen des täglichen Lebens doch noch mancherlei eingeführt werden, was meist aus Fiume kommt. Die Bauern jedoch haben an dem Import fast gar keinen Anteil, da sie fast ausschließlich von den Erzeugnissen ihrer Wirtschaft leben, hauptsächlich von Mais, Feigen und Wein, ungleich weniger von Eiern oder gar Fleisch. Der Wert ihrer Erzeugnisse und der allgemeine Wohlstand wird sich heben, sobald mit steigendem Verkehr der Export mehr und mehr eingeschränkt werden kann und auf der Insel selbst verbraucht wird, was sie produziert.

Geologisch*) baut sich die Insel aus Kalken der Kreideformation auf. Ihre beiden Grenzwälle, das östliche Tignarogebirge und der westliche Höhenzug (einschließlich Dolin), bestehen aus Hippuritenkalk, vor dem landeinwärts je ein verhältnismäßig schmaler Strich von Nummulitenkalk zutage tritt. Zwischen beiden Höhenzügen breiten sich, vereinzelt mit dünnen Sandsteinlagen untermischt, ausgedehnte eozäne Mergelschichten aus, welche sich in der Mitte zu dem dritten Bergrücken der Insel erheben, zu dessen beiden Seiten die Täler bilden und deren große Fruchtbarkeit in Weingärten, Feldern und Wiesen bedingen, andererseits auch den Anlaß geben zu einer großen Anzahl von Quellen, wodurch sich Arbe von den meisten dalmatinischen Inseln auszeichnet, obwohl noch nicht alle erschlossen sind. Der Talboden und der Fuß der Höhenzüge ist von diluvialen Ablagerungsschichten bedeckt, die längs des Canale di Barbato besonders deutlich in die Erscheinung treten. Auch die Halbinsel Loparo hat denselben Bau: das Tal wird nach Osten ansteigend durch ein schmales Band von Nummulitenkalk begrenzt, über den sich die Hauptmasse aus Hippuritenkalk emporhebt; eine Anzahl von Quellen ist auch hier vorhanden.

Das Gestein ist in der Hauptsache ein dichter Kalkstein von hellgraugelber, teils rötlicher Farbe, der allgemein als der Baustein der Insel sowie zum Kalkbrennen benutzt wurde und jetzt noch benutzt wird. An einigen Stellen, z. B. um Bagnol und Barbato, findet sich ein rötlicher, leider etwas ausdrucksloser, aber politurfähiger Breccienmarmor, der zu feineren Architekturteilen, Fenster- und Türgewänden, Gesimsen, Fußbodenbelägen usw. vielfach verwendet worden ist. Kristalliner Kalk (Marmor), wie er das blendend weiße Massiv des Scoglio Goli (östlich von Loparo) wesentlich ausmacht und selbst zu Bildhauerarbeiten geeignet ist, kommt auf Arbe nur vereinzelt und in sehr beschränkter Menge vor.

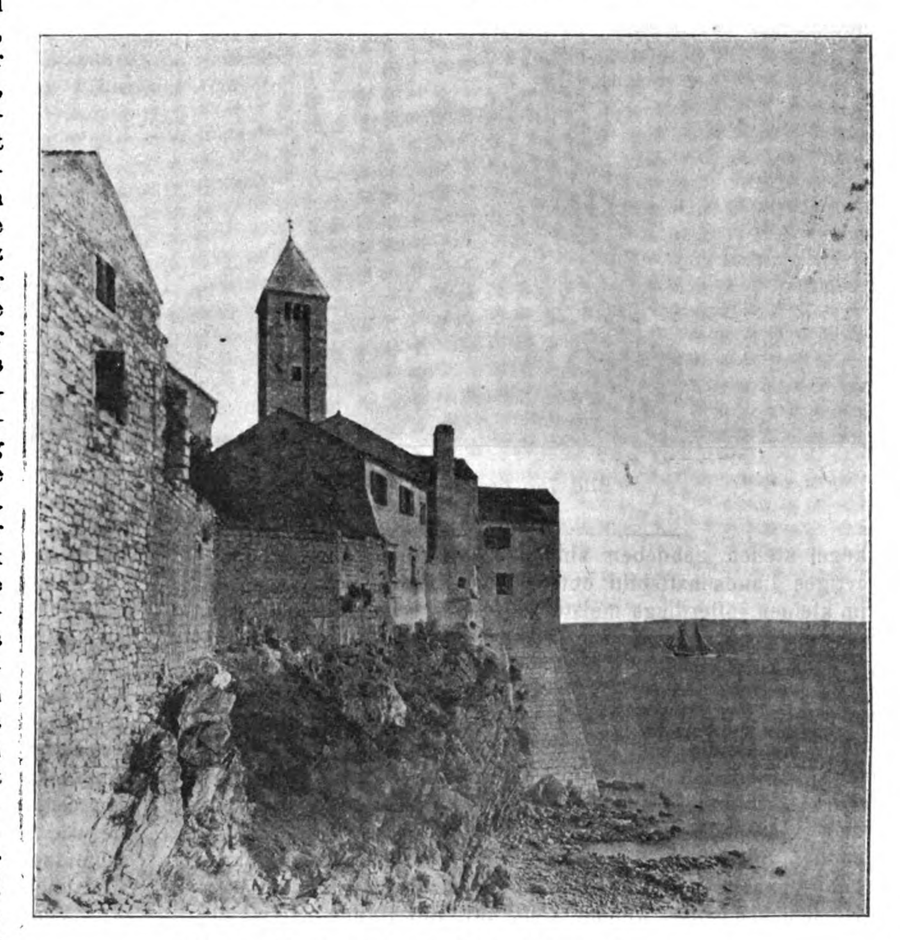


Bild 6. *Ufer der Eufemia-Bucht (Kloster S. Antonio).*

Wo die Mergelschichten verwittern, zerfallen sie zu Sand und haben so zu interessanten Bildungen geführt. An der Nordspitze der Eufemiabucht und an der Küste von Bagnol (gegenüber Arbe) bis Barbato ist der Sand ins Meer gespült und bildet an mehreren Stellen guten Badestrand, welcher der Insel eine große wirtschaftliche Zukunft sichert. Im Tal von Loparo haben die Sandablagerungen, anscheinend aus verwittertem Sandstein entstanden, dünenartige Gestalt und erstrecken sich, besonders an der Südostseite, in äußerst flacher Neigung weit in das Meer hinein, so daß sie hier einen ungewöhnlich breiten, gleichmäßig festen, vollkommen steinfreien Badestrand von wahrhaft idealer Schönheit abgeben. Hier

*) Vgl. D. J. Günter a. a. O. — R. J. Schubert: Verhandl. d. K. K. geolog. Reichsanstalt 1903. — L. Waagen: Der geolog. Bau der Insel Arbe. (Verhandl. d. K. K. geolog. Reichsanstalt 1904.)

ist der gegebene Ort für ein wirklich großes internationales Seebad, dessen Errichtung im Werke ist.

Auf der Höhe des Tignarogebirges am Wege von Loparo nach Arbe begegnet man einem aus der Diluvialzeit stammenden Lager eines lößähnlichen lehmigen und kalkhaltigen Sandes von rotbrauner Farbe und anscheinend großer Mächtigkeit; darin haben sich durch Erosion tiefe Rinnsale und groteske Schluchten bis zu 12 bis 15^{m} Tiefe gebildet, in denen unter Bäumen und Sträuchern, von deren Wurzelballen zunächst geschützt, allerlei Erdkegel stehen geblieben sind. So ist ein höchst eigenartiges Landschaftsbild entstanden, eine Gebirgslandschaft im kleinen, allerdings meistenteils ohne Wasser (s. Bild 11), die sich jedoch, wie die Zerstörung des z. T. durch das Regenwasser fortgerissenen Weges beweist, leider sehr schnell verändert, weil Gefälle und Geschwindigkeit der Tagewässer mit der Vertiefung der Schluchten mehr und mehr zunehmen und die Erdmassen um so energischer fortspülen. Aehnliche Bildungen, wenn auch in kleinerem Maßstabe, finden sich bei der Ortschaft Loparo und auf dem westlichen Höhenrücken. An anderen Stellen, weiter südlich, füllen ähnliche Ablagerungen oben auf dem Tignarogebirge mehr oder weniger umfangreiche Vertiefungen zu Hochebenen aus, welche teils für Bewaldung, teils für Landwirtschaft nutzbar gemacht sind, ganz allgemein aber auch die Spalten des überaus zerklüfteten Gesteins füllen und dadurch die Möglichkeit einer erfolgreichen Aufforstung im großen bieten.



Bild 7. *Arbe von der Seeseite.*

Im Gegensatz zu dem Karstcharakter fast aller dalmatinischen Inseln zeichnet sich Arbe durch reichen Waldbestand aus und übertrifft damit noch die schönen Bewaldungen von Curzola; früher dürfte Arbe, nach den Resten zu urteilen, ganz mit Eichenwald bestanden gewesen sein, und nach glaubwürdigen Nachrichten trug noch vor 80 Jahren das Tignarogebirge viel Wald, den man wiederzugewinnen hofft. Gegenwärtig ist schon etwa der dritte Teil des gesamten Areals der Insel wieder bewaldet, während ausgedehnte Flächen, die für Ackerbau, Wein-, Oliven- und Tabakbau sich weniger eignen, für die Aufforstung teils in Arbeit, teils in Aussicht genommen sind. Tatkräftig und vorbildlich hat in dieser Richtung seit 25 Jahren der Forstverwalter von Arbe, J. Belia, gewirkt, der eine geregelte Waldwirtschaft eingeführt und durch seine glänzenden Erfolge bereits Privatbesitzer veranlaßt hat, seinem Beispiel auf ihren Grundstücken mit Aufforstungen zu folgen, und die Regierung unterstützt das durch Gratislieferung der Pflänzlinge. Unter dem herrlichen Klima zeitigt der Boden schon in wenigen Jahren überraschende Erfolge, wenn nur durch behördliche Maßnahmen verhindert wird, daß weidende Schafe und Ziegen die jungen Triebe abfressen. Absperrung der Tiere bei Androhung von Strafen gegen deren Besitzer, strenge durchgeführt, hat während der letzten zehn Jahre wie in allen Balkanländern eine sichtliche Hebung der Waldkultur und der Bestände bewirkt. Den größten Anteil am Walde der Insel hat der westlich vom Camporatal gelegene Bezirk mit dem Dundo-Wald und dem bis zur äußersten Westspitze gelegenen Capo Fronte-Wald; der Dundo-Wald gehört dem dalmatinischen Religionsfonds und wird durch die Staatsverwaltung in Zara forstlich bewirtschaftet, während der Capo Fronte-Wald der Stadt Arbe gehört.

Aller Wald besteht aus immergrünen Gehölzen,*) die im Winter natürlich frischer erscheinen als unter der Sonnenglut des Sommers und Arbe den Beinamen der immergrünen Insel verschafft haben. Die Hauptmasse bilden förmlich urwaldartige Bestände der mächtigen Steineiche (Quercus ilex), neben denen bedeutende Flächen durch verschiedene Arten eingeführter Kiefern (Pinus maritima, P. halepensis, P. pinaster, P. pinea, P. austriaca) aufgeforstet sind. Reiches Unterholz und Kleingewächs deckt den Boden. Das baumartige Heidekraut (Erica arborea), der verwilderte traubentragende Weinstock, der wilde Buchsbaum, der früchtetragende Erdbeerbaum (Arbutus unedo), die Steinlinde (Phillyrea media), mehrere Wacholderarten (Juniperus oxycedrus, J. macrocarpa, J. communis), der Mastixbaum (Pistacia lentiscus), die Myrte (Myrtus italica), der wilde Oelbaum (Olea europaea) und andere bilden, durchrankt von der Stechwinde (Smilax aspera), dem stacheligen Spargel (Asparagus acutifolius), der auch vielfach auf dem Boden hinkriecht, der Waldrebe (Clematis flammula) und anderen Schlingpflanzen vielfach ein undurchdringliches Dickicht, das bei seiner unverfälschten Urwüchsigkeit von überraschend großem Reize ist. Nach dem Meere zu nimmt die Höhe der Bäume ab; die Gehölze schließen sich zu Macchien zusammen, d. h. zu dichtverwachsenen Gebüschgruppen, wie sie die ganze Westküste der Insel, bis an den kahlen, schmalen Klippenrand reichend, bedecken und für die adriatischen Küsten überhaupt charakteristisch sind.

Von ganz besonderer Schönheit ist die vor ca. 20 Jahren von J. Belia ausgeführte Bewaldung der Höhen, welche sich von der Stadt Arbe längs der Eufemiabucht hinziehen und einen Stadtpark von etwa 16^{ha} Größe, den Campo Marzio, bilden. Auf ehemals kahler Weidefläche findet sich ein stattlicher Bestand von Strand- und Schwarzkiefern, Buchen, untermischt mit Steineichen und Zypressen, mit Lorbeer und Myrte, Schneeball und Pistazie, Wacholder, Tamariske, Ilex und Rosmarin, mit Feigen- und Oelbaum, alles durchrankt von immergrünen Kletterrosen, Efeu, dem edlen Weinstock und der Waldrebe. Und an den felsigen Abhängen klebt und wuchert die Drazäne, die Aloe und in mächtigen Exemplaren die mannshohe Agave, die ihre baumgleichen Blütenstengel 6 bis 8^{m} hoch gen Himmel streckt. Alle diese Pracht südlicher Vegetation wirkt um so berückender, als sie in schroffem Gegensatz steht zu den in allernächster Nähe befindlichen Karstwüsten der umliegenden Inseln und des Festlandes, wo

*) Vgl.: Friedr. Morton, Die Vegetation der norddalmatin. Insel Arbe im Juni und Juli. (Oesterr. botan. Zeitschr. 1912, Nr. 5 ff.) — Ausführl. Publikation in Vorbereitung.

vegetationslose kahle Felsgebirge gespenstergrau sich himmelhoch auftürmen und die Bora siegreich den Kampf mit allem Pflanzenwuchs führt.

Das Tignarogebirge ist jetzt nur auf der nordwestlichen Hälfte teilweis, und auch dort nur spärlich, bewaldet. Lichte Bestände von Steineichen auf dürftigen Grasflächen, denen stellenweis große Massen von Farnkräutern entsprießen, wechseln mit dem mehr in die Breite gehenden Wacholder (Juniperus oxycedrus) und mit dichtverwachsenen Macchien stacheliger Büsche, vielfach Weißdorn (Crataegus monogyna), Schlehdorn (Prunus spinosa) und ähnlichen dornigen Gesträuchen, die zwar von Schafen und Ziegen durch Abfressen der Blätter zu igelförmigen Klumpen arg verbissen, aber vor völliger Vernichtung seitens der Tierwelt durch Stacheln an Blättern, Stengeln und Zweigen von der Natur geschützt sind. Auffallend ist es jedoch, wie die Natur an der seltsamen Gestaltung dieser Macchien mitwirkt, indem auf der Bora-Seite der Wind hinter die entblätterten und vertrockneten Zweige den Blätterschmuck zurückdrängt, der auf der Scirocco-Seite kräftig grünt. Die nichtbewaldeten Teile des Tignarozuges sind keineswegs völlig kahl, sondern abgesehen von vereinzelten Bäumen, Sträuchern und Macchien, vielleicht den Resten einstiger Bewaldung, mit vielerlei krautartigen Gewächsen bedeckt, die überall aus den Gesteinsspalten hervorsprießen und den Boden so weit bedecken, daß er eine gelblichgrüne Färbung annimmt, die besonders nach Regengüssen deutlich in die Erscheinung tritt. Vorherrschend ist der Salbei (Salvia officinalis), der durch den charakteristischen Wohlgeruch angenehm auffällt; da nicht alle Kräuter den Schafen und Ziegen munden, findet der aufmerksame Beobachter auf den sogenannten Kahlflächen doch weit mehr Vegetation, als er aus der Ferne vermutet hatte. Auf der Halbinsel Loparo tritt die Bewaldung noch mehr zurück; soweit sie vorhanden ist, ähnelt sie der des anstoßenden Tignarozuges.

Der mittlere Höhenrücken der Insel hat wie die beiden Längstäler unter der fortschreitenden Bodenkultur die Bewaldung fast ganz verloren; die Reste derselben sind Gruppen von Steineichen und Wacholder, neben denen in größerem Umfange der Oelbaum und vereinzelt der Lorbeer auftritt. Wo Macchien noch vorkommen, bestehen sie aus den dornigen und stacheligen Gewächsen wie sonst auf Arbe.

Die Nutzung der Waldungen beschränkt sich auf Brennholz für den eigenen Bedarf der Insel und für die Ausfuhr nach Fiume, Venedig und näheren Plätzen; das eichene Stammholz verbleibt auf Arbe. In geringem Maße wird Holzkohle, besonders von der Baumerica, gewonnen und ausgeführt. Für die Ausfuhr liegt der natürliche Hafen der Christoforo-Bucht besonders günstig.

Die beiden großen Täler der Insel (Campora und S. Pietro) sind äußerst fruchtbar und geben trotz primitiver Bewirtschaftung — wird doch in dem schweren Boden noch fast überall der uralte hölzerne Pflug ohne eiserne Pflugschar benutzt! — reiche Erträge, die indessen nicht ausreichen, um den eigenen Bedarf der Insel zu decken, aber sehr wohl sich steigern lassen durch intensivere Bewirtschaftung und vor allem durch bessere Düngung bei entsprechender Viehhaltung. Einer größeren Produktion steht freilich einstweilen noch hindernd der Umstand entgegen, daß Straßen nicht vorhanden sind, also alle Lasten jeder Art auf dem Rücken von Mensch und Tier getragen werden müssen, und das noch dazu auf Wegen, die selbst ohne Last nur schwer gangbar sind. Die Felder und Gärten sind mit Steinmauern umzogen, zwischen denen sich die notwendigsten Wegverbindungen hinziehen; was an Steinen beim Ackern aus dem Boden kommt, wirft man über die Mauer auf den Weg, der aber nicht weiter ausgebaut wird, obwohl die Bevölkerung dazu verpflichtet ist. Für Pferde, die denn auch auf Arbe nicht gehalten werden, sind diese Wege ebenso ungeeignet wie für Fußgänger, denen sie bald zur Plage werden. Der wirtschaftlichen Hebung der Insel wird der Bau guter fahrbarer Straßen voraufgehen müssen, die vor allem so anzulegen sind, daß sie der Landwirtschaft dienen können. Die für 1912 geplante Straße von Arbe nach Loparo, die trotz Bereitstellung der Geldmittel leider noch nicht zur Ausführung gekommen ist, kann dem Bedürfnis nur genügen, wenn sie Abzweigungen und Anschlüsse erhält und südwärts über Santa Lucia nach Barbato und weiter fortgeführt wird.

Angebaut wird auf dem Ackerboden meistens Mais, aber auch ziemlich viel Weizen, sowie Gerste und Hirse, welche jährlich zweimal, ausnahmsweise sogar dreimal geerntet werden; in den feuchten Niederungen gedeiht Luzerne vorzüglich und läßt sich jährlich vier- bis fünfmal schneiden, wird jedoch, weil Kühe nur wenig gehalten werden, meistens ausgeführt. Kartoffeln und Gartengemüse, die jetzt noch selten zu finden sind, werden künftig mehr gebaut werden, wenn der steigende Fremdenverkehr besseren Absatz schafft. Bedeutung und Wert der Obstbaumzucht ist gleichfalls noch nicht erkannt, dieselbe müßte aber glänzende Erfolge zeitigen. Feigen und alle Arten von Obst gedeihen gut und würden gut zu verwerten sein.

Der Maulbeerbaum, der früher wegen der bedeutenden Zucht der Seidenraupe und der Gewinnung von Seide sehr stark vertreten war, ist ganz erheblich zurückgegangen. Schon sehr früh war die Seidenraupe aus dem Orient über Konstantinopel durch einen Franziskanermönch aus Arbe nach Arbe gekommen, und Franziskanermönche aus Arbe waren es, die sie nach Italien brachten. Als Arbe im Jahre 1018 von den Venezianern unterworfen wurde, blühte der Seidenbau so, daß es sich verpflichtete, als Tribut zehn Pfund Rohseide zu liefern; jetzt ist der Seidenbau verschwunden, und die wenigen noch vorhandenen Maulbeerbäume werden so wenig beachtet, wie ihre saftigen Früchte, von denen niemand Gebrauch macht.

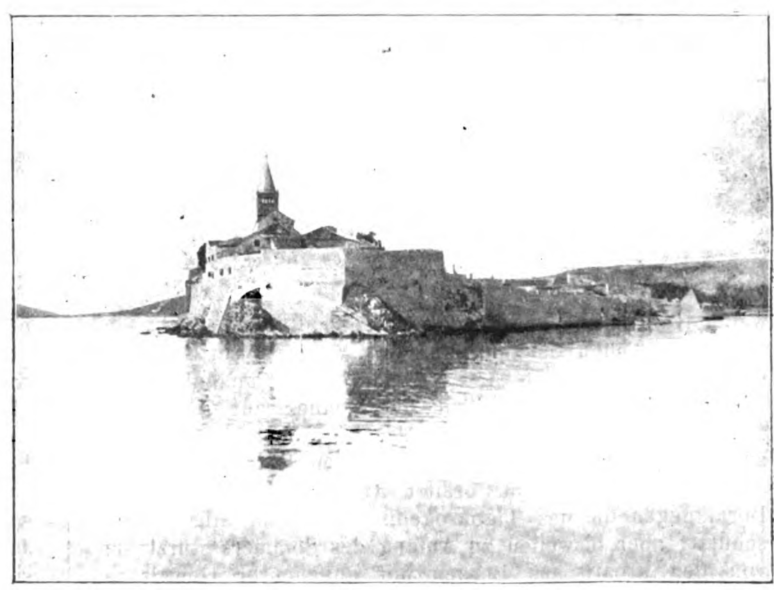


Bild 8. *Südspitze der Stadt Arbe.*

Der Oelbaum trägt reichliche Frucht, die in ausgedehntem Maße zur Oelgewinnung genutzt wird, wie die vielfach vorhandenen Oelmühlen beweisen; das Olivenöl von Arbe stand früher jedoch in besserem Rufe als jetzt, seitdem es meistens ungereinigt ausgeführt wird. Einen Schädling hat der Oelbaum in dem zuweilen stark auftretenden Oelbaumkäfer.

Seit einigen Jahren ist auch der Tabakbau aufgenommen und hat bereits recht namhafte Ergebnisse erzielt.

Hervorragend sowohl hinsichtlich Güte als Menge der Produktion ist der Wein von Arbe, der einstweilen wohl den wesentlichsten Erwerb der Bewohner in sich schließt. Freilich ist wie in ganz Dalmatien so auch hier vor etwa 20 Jahren die Reblaus eingeschleppt worden, aber seitdem mit Hilfe landesärarischer Pflanzgärten die amerikanische Rebe als Wurzelunterlage eingeführt ist, und die planmäßige Bekämpfung sonstiger Schädlinge, besonders der Peronospora viticola (Traubenschimmel) strenge gehandhabt wird, haben sich die Erträge wieder erfreulich gehoben und versprechen für die Zukunft noch weitere Steigerung. Ueberwiegend wird roter Wein gebaut, aber auch weißer kommt vor; als beste Qualitäten gelten die von Barbato und von Mondaneo. Da die Bauern keine Kellereiwirtschaft treiben, und die Einfuhr von Wein in die Stadt steuerpflichtig wäre, bringen sie den Most in Schläuchen (Häuten) auf Eselsrücken oder in Barken zur Stadt, wo er weiter verarbeitet wird. Eine eigene Rebe liefert auch einen natürlichen Schaumwein, die „Vodice", ein Getränk, das dem italienischen Asti spumante nicht unähnlich ist. Wenn auch ein großer Teil des Weines auf der Insel selbst verbraucht wird, so repräsentiert doch die Ausfuhr an Wein immer noch einen bedeutenden Wert.

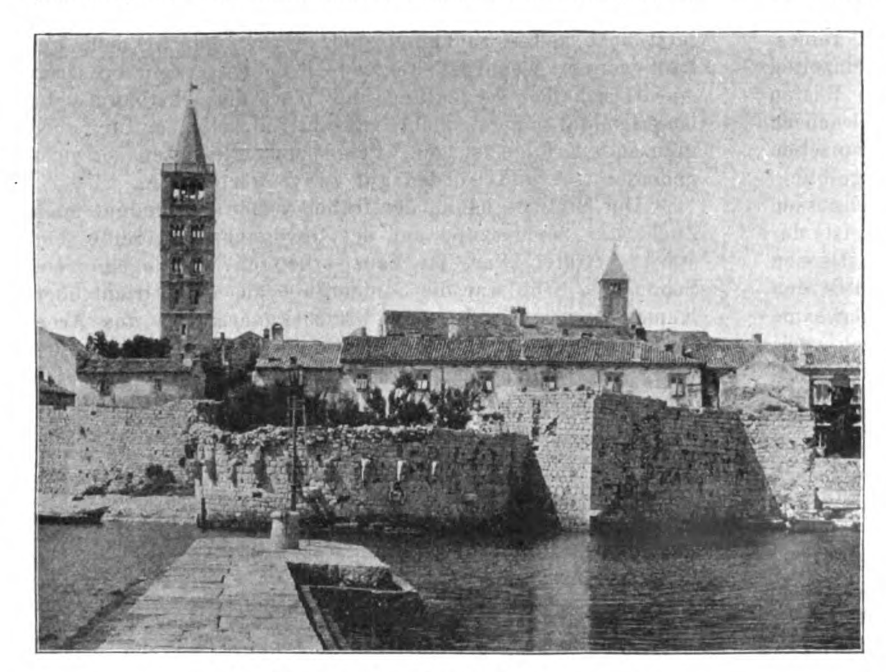


Bild 9. *Einfahrt in den Hafen von Arbe.*
(Phot B. Reiffenstein-Wien.)

Einen argen Feind besitzt Arbes Vegetation in der Bora, gegen die das Tignarogebirge zwar im allgemeinen schützt; aber bisweilen zu Anfang des Sommers stürzt sie von den kroatischen Bergen mit ungeheurer Gewalt in den Morlacca-Kanal hernieder, wirbelt das Meer hoch auf und schleudert das fein zerstäubte Salzwasser (fumarea) auf die Insel, wodurch alle jungen Triebe förmlich verbrannt werden und wie gekocht erscheinen. Im Binnenlande kann ein Hagelwetter nicht größeres Unheil anrichten!

Einen wirtschaftlich bedeutenden Erwerbszweig bietet die Fischerei, da das Meer einen ungeheuren Reichtum an Fischen und Krebsen enthält; der größte Teil des Fanges wird frisch oder eingesalzen nach auswärts verschickt, nur ein kleiner Teil auf der Insel verwendet. Ungeheure Züge von Sardinen, ferner Gold-, Zahn- und Schnauzenbrassen, Meerbarben, Makrelen (Scombri), Seeforellen, Seeteufel, Stachel- und Zitterrochen, Tintenfische, Meeraale, Schollen, Flundern, und von Krebstieren Languston, Astivi (Hummern), Scampi und Meerspinnen liefern oft reiche Beute. Eine Besonderheit bietet der Fang des Tunfisches (Tonno), der vom Haifisch verfolgt in flachere Küstengewässer gejagt wird. Zur Beobachtung der heranschwimmenden, zuweilen 100 und mehr zählenden Züge von Tunfischen sind 15 bis 20 ^{m} hohe Gerüste („Tonara", s. Bild 12), die dem Jagd-Hochsitz gleichen, hart am Ufer errichtet und oben mit einem Sessel ausgestattet, der von einem Mann besetzt wird, während darunter das fängisch gestellte Netz einen gewissen Bezirk so begrenzt, daß eine Seite offen bleibt. Geraten die Tunfische hinein, so wird auf ein Zeichen des Beobachtungspostens von den am Ufer lagernden Mannschaften das Netz zugezogen und der Fang geborgen, von dessen Erlös — wie im Kolonen-System der Landwirtschaft — der Eigentümer der Tonara die eine Hälfte nimmt, während in den Rest sich die Mannschaften teilen. Den Fischern dient zu ihren Fahrten noch vielfach der uralte „Zoppolo", ein schmales, dem Einbaum ähnliches kielloses Boot von 8 bis 10 ^{m} Länge, über das ein oder zwei 5 bis 6 ^{m} lange Querhölzer gelegt sind, die sicher das Kentern verhindern und an den Enden die Dollen für die langen Ruder tragen, mit denen das Boot äußerst schnell fortbewegt wird. Zum Segeln ist der Zoppolo nicht zu gebrauchen; für die Fahrt auf die hohe See haben die Fischer kräftige, auf Kiel gebaute Boote, deren Herstellung zahlreiche Bootswerften u. a. auf der Insel Curzola beschäftigt.

Die Tierwelt ist auf Arbe in nicht vielen Arten vertreten. Unter den Haustieren fehlt das Pferd; nur der Arzt und ein Pfarrer sollen je eins besitzen. Von 1287 Rindern*) sind nur 10 %, also auffallend wenig, Kühe, die übrigen meist Zugochsen. Schweine werden verhältnismäßig viele (1223) gezählt und sehr einfach in einem Mauergehege im Schatten eines Baumes, sonst unter freiem Himmel gehalten. Schafe laufen in großer Menge (20157) in weiten, von Mauern begrenzten Bezirken frei umher, suchen und finden unter einem Busch oder Felsblock Schatten und Schutz und kommen mit ihrem Besitzer nur in Berührung, wenn er ihnen die Erkennungsmarke des Eigentümers ins Ohr schneidet oder ihnen den Wollepelz ababnimmt oder Schlachttiere nötig hat. Esel (582) und Ziegen (760) werden in äußerst primitiven Bauten untergebracht und müssen für ihr leibliches Wohl im wesentlichen selbst sorgen; erfreulich ist es, daß der Esel hier besser behandelt wird als in Italien. Hühner (15000) finden in den Gebäuden der Bauern nur so viel Unterkunft, daß man ihrer Eier habhaft werden kann; junges Geflügel wird in erheblicher Menge ausgeführt.

Die wildlebenden Tiere**) sind meistens dem Jäger schonungslos verfallen, richtiger dem Schießer; denn die Jagd ist, wie in ganz Dalmatien, für jedermann frei, der sich einen Waffenpaß verschaffen, d. h. kaufen kann. Es sollen allerdings moderne Jagdgesetze mit dem Endziel der Hege und Pflege des Wildes zu allernächster Einführung in Vorbereitung sein. Das wilde Kaninchen ist, obwohl eifrig verfolgt, auf der ganzen Insel, besonders im Dundo- und Capo Fronte-Wald, stark vertreten und drängt wie überall durch seine Unruhe den gleichfalls, aber spärlicher vorhandenen Hasen zurück, der freilich auch nicht ganz das findet, was er zum Leben haben müßte. Rehwild gibt es überhaupt nicht, würde auch wohl kaum gedeihen, weil ihm gerade hier im Walde jene

*) Nach amtlicher Statistik des Jahres 1911. (Vgl. D. J. Günter a. a. O.)

**) Vgl. Camillo Morgan: Die Insel Arbe, ihre Jagd und ihr Wild. Wien 1909. Selbstverlag.

Vielseitigkeit der Aesung fehlt, die dem Reh unentbehrlich ist. Aus demselben Grunde gibt es da auch alles sonstige Schalenwild nicht, zumal es an der Ruhe genügend ausgedehnter Waldbestände mangelt. Der interessante rote Räuber, der Fuchs, findet sich auf Arbe ebenfalls nicht; an seiner Stelle übt die jagdliche Sanitätspolizei der Steinmarder aus, der mindestens ebensogut wie jener seinen Balg in Sicherheit zu bringen weiß. Der Schakal, der im südlichen Dalmatien, z. B. auf der Halbinsel Sabioncello noch reichlich Standwild ist, war hier neben der ausgedehnten Schafzucht nicht zu dulden und ist längst ausgerottet.

Ungleich reichhaltiger als das vierläufige Wild, ist das Flugwild vertreten. Auf dem Tignarozug und auf den Bergen von Loparo nistet in Massen die Felsentaube und an den unzugänglichen Steilhängen über dem Morlacca-Kanal die Krähenscharbe. Das Steinhuhn, das früher sehr zahlreich vorhanden, vor kurzem aber durch Wegfangen ganz ausgerottet war, wird gegenwärtig geschont und durch Aussetzen und Pflege von einsichtigen Jägern bald wieder zu gutem Besatz der Fluren gebracht sein. Kürzlich hat man mit Einführung von Fasanen, die im dichten Buschwerk des Capo Fronte-Waldes an verschiedenen Stellen die besten Existenzbedingungen, vor allem reichlich Deckung und wenig Feinde finden, guten Erfolg gehabt; bei vorsichtiger Behandlung des Abschusses dürfte sich der Bestand bald so vorteilhaft entwickeln, daß man sich zu weiteren Einbürgerungen entschließt; rebhuhnartiges Flugwild, wie z. B. das südamerikanische Steißhuhn, das asiatische Steppenhuhn, das französische Rothuhn, der Frankolin von Cypern, könnten den Versuch lohnen, da es an Remisen nicht fehlt. Im Winter und Frühling, während der Zugzeit, stellen sich Wachteln und Schnepfen in so großen Scharen ein, daß es dem Jäger leicht wird, seinen Galgen zu füllen. Mit Staunen, aber ohne Jagdneid, vernimmt der Weidmann aus nördlichen Jagdgründen, daß der arbesische Jäger während einer Strichzeit beim Buschieren sehr wohl 100 Schnepfen erlegen kann!*)

Als vierläufigen Gehilfen bei der Jagdausübung hat man ausschließlich die istrianische Bracke, ein schön, aber nicht stark gebautes Tier, weiß, gelbgefleckt, mit gelbem, mäßig langem Behang, zierlich in seinen Bewegungen, das scharf und mit hellem Hals jagt und, wie man rühmt, sich hervorragend für die Suche eignet.

Unter den Räubern der Lüfte sind dem Jäger besonders begehrenswert der Weißkopfgeier, der Kuttengeier und der Seeadler, stattliche imposante Raubvögel, die auf Arbe selbst zwar nicht horsten, aber von den benachbarten Scoglien und Festlandsgebirgen herüberstreichen; da sie auf weite Entfernung Luder wittern und gern annehmen, kann man auf den kahlen Höhen des Tignarogebirges und jenseits Loparo bei Morgengrauen aus der Luderhütte verhältnismäßig leicht auf sie zu Schuß kommen.

Vom Wassergeflügel sind die Sturm-, die Silber- und die Lachmöwe, sowie der braune Sturmtaucher das Ziel des Jägers. Die Wasserjagd wird auch auf Delphine ausgedehnt, die man vom Ufer aus auf dem Anstand oder vom Boot aus erlegt, wenn sie im Frühjahr auf die dichten Züge der Sardinen und Sardellen selbst Jagd machen.

Als Besonderheit der Fauna von Arbe gilt das überaus zahlreiche Vorkommen verschiedener Arten von Eidechsen, denen man auf Schritt und Tritt zu Hunderten begegnet, und die dem Eiland zu dem Beinamen der „Eidechsen-Insel“ verholfen haben. Ungleich seltener, aber immer noch häufig genug, ist im Gebirge die harmlose dalmatinische Hornviper oder Sandviper. Die feuchten Niederungen des Camporatals bewohnt eine Schildkrötenart, welche durch die im sanitären Interesse allerdings wünschenswerten Trockenlegungsarbeiten hoffentlich nicht ganz verdrängt werden wird. Diese schon seit mehreren Jahren seitens der Regierung und der Gemeinde planmäßig betriebenen Arbeiten, welche durch Herstellung von Abflüssen oder durch Aufschüttung trockene, zu Parkanlagen geeignete Flächen schaffen, wie z. B. bei Bagnol gegenüber der Stadt Arbe, oder welche durch Regulierung, Pflasterung und sogar Ausbetonierung den Wassergräben geregelten Abfluß bringen, diese Arbeiten, welche alle Tümpel, Pfützen und Löcher mit stehendem Wasser durch Zuschütten beseitigen und nach dem Vorbild der Insel Brioni auch auf die Behandlung der Abwässer in den Senkgruben der Stadt mit Petroleum ausgedehnt werden,

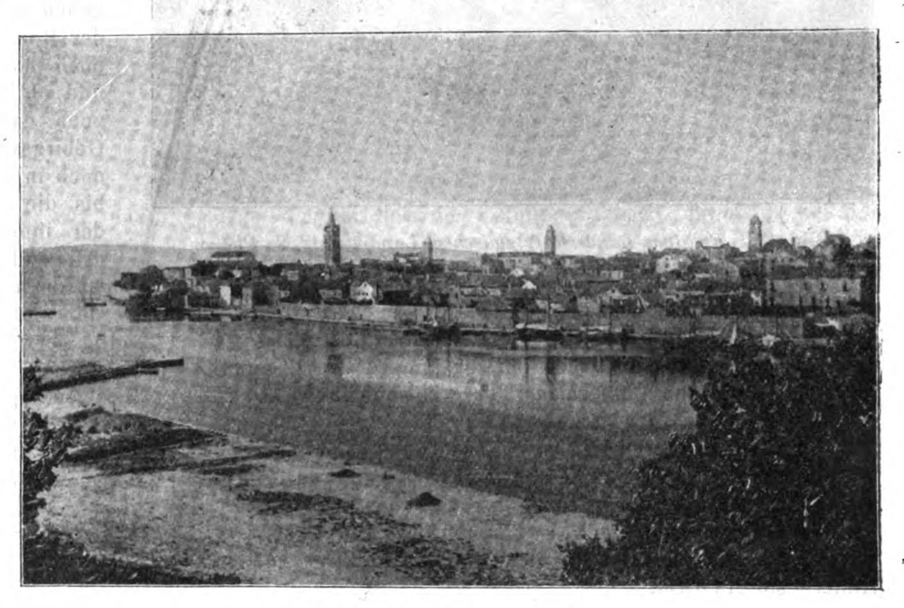


Bild 10. *Der Hafen von Arbe.*
(Phot. B. Reiffenstein-Wien.)

haben die Trägerin und Verbreiterin der Malaria (Anopheles) bereits vollkommen ausgerottet und haben den Gelsen und moskitoähnlichen Stechmücken (Culex) die Brutplätze entzogen, so daß Arbe sich rühmen kann, von diesen Plagegeistern der Menschheit befreit zu sein, wodurch es sich von anderen vielgenannten Kurplätzen an der Adria vorteilhaft unterscheidet.

Die Geschichte von Arbe geht naturgemäß in der Geschichte des kroatisch-dalmatinischen Festlandes auf, und da diese noch nicht gänzlich erforscht ist, läßt sich die Geschichte unserer Insel, die ja nur gelegentlich eine gewisse Bedeutung erlangte, nur etwas lückenhaft schildern.

Schon im Altertum wird Arbe einige Male genannt. Plinius (Hist. nat. III 21. 25) bezeichnet nach den Liburnern, welche in der später römischen Provinz Illyricum zwischen den Flüssen Arsia und Kerka an der adriatischen Küste wohnten, die der sinus flanaticus, d. i. der Quarnerolo, bespült, die davor gelegenen Inseln als Liburnicae insulae und kennt unter diesen eine Insel Arba, die sicher identisch ist mit der, welche Constantinos Porphyrogenitos (de themat. 29) Arbe nennt und die in der Nähe Dalmatiens liegen soll. Ptolemaeus nennt eine Insel mit den beiden Städten Arba und Colentum „Scarduna“; aber Scarduna liegt unweit Sebenico an der Kerka, und das ptolemaeische Colentum kann nicht auf der Insel Arbe des Plinius liegen, sondern dürfte nach den sonstigen Angaben auf der Insel Morter (vor Sebenico) zu suchen sein. — Von der Stadt

*) Vgl. Cam. Morgan a. a. O., S. 45.

Colentum auf Arbe sollen in der Nähe der Kirche S. S. Cosma und Damiano (oberhalb Barbato) noch Reste zum Teil im Meere vorhanden sein, die ich jedoch nicht habe finden können. Wenn auf der sog. Peutingerschen Tafel*)

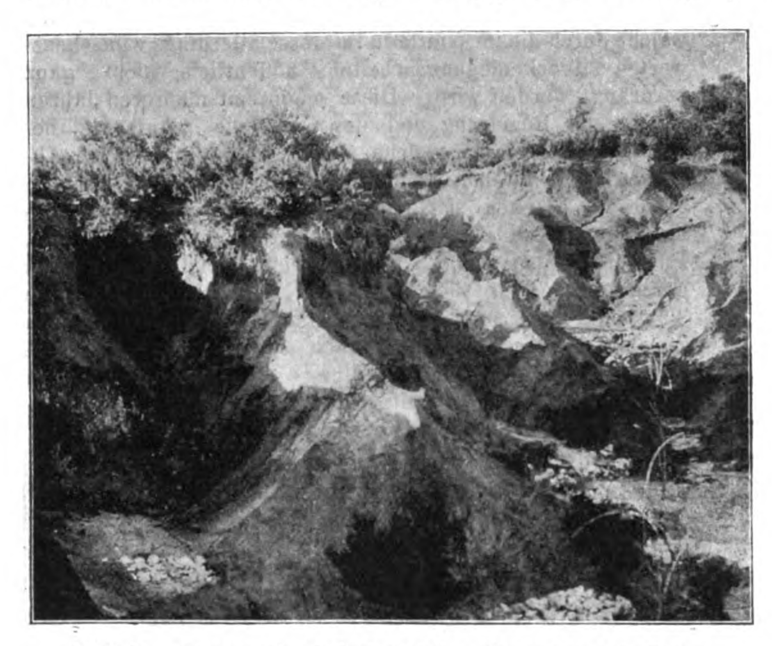


Bild 11. *Erosions-Landschaft zwischen Loparo und S. Pietro.*
(Phot. B. Reiffenstein-Wien.)

die südlich von Jadera (d. i. Zara) angegebene Insel Arva, wie zu vermuten, unser Arbe sein soll, so ist sie reichlich weit nach Süden geraten. Bernhard von Breidenbach, Decanus und Camerarius der erzbischöflichen Domkirche zu Mainz, der gegen 1485 von Venedig aus zur See eine Pilgerfahrt nach dem Orient und dem heiligen Lande machte, nennt in seiner Reisebeschreibung „descriptio terrae sanctae" bei Aufzählung der von ihm angelaufenen dalmatinischen Inseln nach Priona (Brioni) und Ossera et Rersera (Lussin) sogleich Arbia. Nach Farlati**) nennen Andere sie Arbum.

Die ersten Nachrichten über Arbe gehen in die Sagenzeit zurück; zur Zeit des trojanischen Krieges sollen Diomedes und Idomoneus an den Gestaden der Adria nordwärts gezogen sein, wo die Griechen zwecks Anknüpfung von Handelsverbindungen sich niederließen, weil die dalmatinische Seite die für die damalige Küstenschiffahrt unentbehrlichen natürlichen Häfen ungleich zahlreicher und und besser darbot als die italienische Küste. Durazzo (Dyrrhachium), Cattaro, gegründet von Dionysios von Sizilien, Lagosta, Spalato (Aspalathos), Curzola (Corcyra melaena) u. a. sind als uralte griechische Kolonien bekannt, die ihren Handel sicher auch auf die nördlicheren Plätze ausgedehnt haben.

Die älteste historische Nachricht über Arbe besagt, daß Dionysios II. von Sizilien kurz nach 360 v. Chr. einigen von den illyrischen Seeräubern bedrängten Inseln, darunter Arba und Curieta (Veglia), zu Hilfe kam, die Piraten überwältigte und nach dem Vorgang seines Vaters († 367 v. Chr.) mehrere Punkte an der Adria befestigte und mit Militärkolonien besetzte, also zu einer Zeit, als das Griechentum hier schon in Gefahr war, von den Festlands-Völkerschaften verdrängt zu werden. Spuren und Reste, welche die Anwesenheit und Tätigkeit der Griechen in diesen Gebieten unmittelbar bezeugen, sind nur sehr spärlich auf uns gekommen.

*) Nach einer Straßenkarte des römischen Reiches aus dem 3. Jahrh. n. Chr., erhalten in einer Kopie von 1264.

**) D. Farlati: Illyricum sacrum. Venedig 1775. Vol. V. fol. 223.

Schon frühzeitig stellten sich hier die Römer ein, die in den Eingeborenen Illyriens, besonders in den Liburnern, unruhige und unbequeme Nachbaren fanden. Die Liburner waren die geborenen Seeleute und mißbrauchten diese Beanlagung weidlich, indem sie mit ihren gefürchteten flinken „liburnischen Schiffen" unvermutet über das Meer fuhren, die wohlhabenden Küsten Italiens brandschatzten und so schnell verschwanden, wie sie gekommen waren. Zu Lande waren die Römer schon gegen Mitte des 3. Jahrhunderts gegen sie vorgedrungen, und als sie nunmehr auch auf dem adriatischen Meere die Herrschaft zu übernehmen sich anschickten, mußten sie wie die sikulischen Griechen zunächst mit dem Seeräuberunwesen aufräumen und legten, als das Verhältnis zu Karthago ernst geworden war, im Jahre 229 v. Chr. kleine, über Küsten und Inseln weit verteilte Militär- und Flottenstationen gegen die Piraten an, und es ist anzunehmen, daß sie sich für diesen Zweck den vortrefflichen Hafen von Arbe ebensowenig haben entgehen lassen wie die Griechen. Von der Anwesenheit der Römer geben einige Reste sichere Kunde, indessen doch nicht so viele, wie gelegentlich behauptet wird, und ob sie aus so früher Zeit stammen, muß außerdem noch dahingestellt bleiben. Schwerer und gegen die Gebirgsvölker doppelt schwerer Kämpfe bedurfte es noch in den Jahren 168, 156, 117, 79, 37, 23 v. Chr., bis die Römer in den Besitz von Dalmatien kamen, der ihnen schon im Jahre 6 v. Chr. durch die vordringenden slawischen Völkerschaften streitig gemacht wurde und durch neue 15 jährige Kriegszüge befestigt werden mußte, unter denen das Land, wie Strabo erzählt, völlig verwüstet wurde. Zwar war es schon unter Augustus kaiserliche Provinz, aber die Kämpfe um ihren definitiven Besitz endigten erst im Jahre 176 n. Chr. Als Diokletian († 313 n. Chr.) seinen Ruhesitz nach Spalato und Salona verlegte, kamen vorübergehend bessere Zeiten, die jedoch mit dem Verfall und der Teilung des Reiches schnell zu



Bild 12. *Tonara.*
(Phot. Friedr Morton, Privatdozent, Wien.)

Ende gingen. Die weströmische Herrschaft konnte den Ansturm der Goten nicht hindern, die im Jahre 535 Salona zerstörten und von den Avaren abgelöst wurden, die seit 565 das Land wiederholt heimsuchten, um 590 besetzten und 614 Salona den grauenhaften Untergang bereiteten. Um das Jahr 629 wurden sie von den vor

rückenden Slowenen bedrängt, und als sich nun die Reste der ursprünglichen Bevölkerung um Schutz und Hilfe nach Byzanz wandten, schickte ihnen der Kaiser Heraclius etwa im Jahre 639 Kroaten und Serben, die das Uebel nur verschlimmerten. Wiederholt hat das oströmische Reich den Versuch gemacht, diese Scharen zu vertreiben, aber stets vergebens, und so ist bis auf den heutigen Tag Dalmatien im wesentlichen ein serbo-kroatisches Land geblieben.

In diese Zeit fällt die kirchliche Organisation Dalmatiens. Das Christentum hatte längst festen Fuß gefaßt und seit Papst Johann IV unter der slawischen Bevölkerung sich weit verbreitet; eifriger Vorkämpfer war der erste Erzbischof von Spalato, Johann von Ravenna, der 680 gestorben und im Mausoleum Diokletians zu Spalato beigesetzt ist. Schon damals bildete Arbe mit einem Teil der Insel Pago ein eigenes, dem Erzbischof von Spalato unterstelltes, aber von Byzanz kirchlich stark beeinflußtes Bistum; seine Zugehörigkeit zu Spalato bestätigte das dortige Konzil im Jahre 925. Unter Papst Eugen III wurde es im Jahre 1145 dem Metropolitan von Zara untergeordnet und erst im 19. Jahrhundert aufgehoben. Hervorragende Förderung erfuhr die dalmatinische Kirche durch den Benediktiner-Orden, der wie überall sich hier um Festigung des Christentums und Verbreitung der Zivilisation überhaupt auf weiten Gebieten unvergängliche Verdienste erworben hat und auf Arbe schon im Jahre 1062 die erste Niederlassung S. Pietro in Valle gründete.

Während im 8. Jahrhundert von Osten her das byzantinische Kaiserreich mehr oder weniger erfolgreich sich um den Einfluß auf die serbisch-kroatischen Stämme in Dalmatien bemüht, greifen von Westen her unter Kaiser Karl dem Großen die Franken, die (774) die Longobarden und Avaren niedergeworfen, im Jahre 803 die Kroaten besiegt und die Mark Friaul (um Cividale) erobert hatten, in die Geschicke des Landes ein.

Obwohl Karl der Große im Jahre 803 dem Kaiser Nicephorus durch Abschluß eines Vertrages die byzantinische Herrschaft über die dalmatinischen Küstenstädte garantiert hatte, zogen die Städte es vor, sich im Jahre 806 unter den Schutz des fränkischen Kaisers zu stellen.

Dieses Verhältnis führte zu Zwistigkeiten mit Byzanz, welche dadurch beigelegt wurden, daß im Frieden zu Aachen (812) die slawischen Stämme unter fränkische, die dalmatinische Küste von Zara bis Ragusa nebst ihren Städten und den Inseln Arbe, Ossero und Cherso unter byzantinische Hoheit kamen. Mit Karls des Großen Tode (814) und dem Verfall des Frankenreiches ging dessen Machtsphäre auf die slawischen Fürsten über, in deren Händen sie blieb, bis aus den nunmehr einsetzenden Kämpfen der Ungarn und der Venezianer um die Vorherrschaft in Dalmatien schließlich die letzteren als Sieger hervorgingen.

Die mächtig aufstrebende Republik Venedig bedurfte bei dem kraftvollen Vorschieben ihrer Handelsverbindungen nach den östlichen Mittelmeerländern für ihre Handelsflotte guter Häfen und fester Stützpunkte in geeigneten Abständen, um die Seeräuberei unterbinden zu können; seit dem Dogen Pietro Tradonico (836) bekämpfte sie die Hauptsitze der Piraten an der Cetina- und Narenta-Mündung (bei Almissa und Metkovich), vertrieb sie aus ihren Schlupfwinkeln daselbst und nahm mit den gefährdeten Seestädten und Inseln allmählich die ganze nördliche Hälfte der dalmatinischen Küste bis über Spalato hinaus ein, so daß der Doge Pietro Orseolo II. nach seiner großen, im Grunde gegen Byzanz gerichteten Expedition des Jahres 998 sich den Titel „Herzog von Dalmatien“ beilegen konnte. Auf diesem Zuge berührte er wiederholt Arbe, das sich ihm schon 986 unter Führung des Bischofs Petrus unterworfen hatte, und nahm daselbst von neuem die Huldigung der geistlichen und weltlichen Obrigkeit entgegen.

Diesen gewichtigen Erfolgen konnten die kroatischen Slawen, neben denen inzwischen als Bewerber um den Besitz die Ungarn aufgetreten waren, nicht ruhig zusehen. Unter ihrem König Peter Kresimir III besetzten sie nach und nach wieder die Inseln, die jedoch schon im Jahre 1018, als eine venezianische Flotte unter Otto Orseolo, Pietros Sohn, im Quarnerolo erschien, sich wieder den Venezianern unterwarfen, und der Bischof Madius von Arbe versprach bei der Huldigung mit der weltlichen Obrigkeit, einen Tribut von zehn Pfund Rohseide alljährlich nach Venedig zu entrichten. In dem um Dalmatien bald darauf ausbrechenden Kriege gewann zwar zunächst und wenigstens nominell Byzanz das Spiel, aber das Kriegsglück wandte sich alsbald so sehr den Kroaten zu, daß im Jahre 1052 Peter Kresimir IV sich „König von Kroatien und Dalmatien“ nennen und auch Kresimir V, wenigstens zu Lande sich gegen die Venezianer behaupten konnte, während dessen Nachfolger Zvonimir († 1089) bereits die Unterstützung der Ungarn annahm. Die Inseln dagegen hielten wacker Stand, zumal sie von Brandschatzungen durch Normannen im Jahre 1085 seitens Venedig unter dem Dogen Vitale Falieri losgekauft wurden. Als in diesen Streitigkeiten im Jahre 1080 bis 1086 Arbe von den Kroaten belagert wurde, und die Not aufs höchste gestiegen war, erinnerten sich die Arbeser ihrer kostbarsten Reliquie, trugen das Haupt des heiligen Christoph aus dem Dom zum Kampanile, und — auf die Schützen sprangen die Pfeile zurück! Das Wunder ließ die Feinde erkennen, daß Gott bei den Arbesern, daher die weitere Belagerung zwecklos sei und aufgegeben wurde. Da starb Stephan, der letzte Sproß der kroatischen Könige, und man rief König Ladislaus, und nach dessen baldigem Tode im Jahre 1095 König Koloman von Ungarn zur Regierung. Als dieser im Jahre 1097 sich anschickte, die Insel mit 13 Schiffen anzugreifen und zu unterwerfen, vertraute man wieder der Kraft der Reliquie: ohne einen Pfeilschuß zu tun, stürzten sich die Arbeser ins Meer, erstiegen und eroberten mehrere der feindlichen Schiffe, während die übrigen durch eine plötzlich einsetzende Bora zerstört wurden. Mehr Glück hatte Koloman auf dem Festlande, und als er die Landstriche zwischen der Save und der adriatischen Küste erobert hatte, versuchte er nochmals, im Jahre 1105, sich auch der Insel Arbe zu bemächtigen und landete in der Bucht von S. Pietro. Die Arbeser zogen wiederum mit der Reliquie des heiligen Christoph ihm entgegen, und es gelang ihnen, die meisten Schiffe der bestürzten Feinde in Brand zu stecken und die Besatzung gefangen zu nehmen; nur ein kleiner Rest kam mit dem Leben davon. Aber Koloman gab sich darum noch nicht zufrieden, und als er im nächsten Jahre (1106) den Angriff wiederholte — versagte die heilige Reliquie, und der König brachte die Insel in seine Gewalt.

Gerade die Zähigkeit, mit welcher die Angriffe immer erneuert wurden, läßt am besten erkennen, wie hoch man den Besitz von Arbe und ihre Vorzüge vor anderen Inseln einschätzte. Das wußte vor allen auch Venedig zu würdigen, das ebensowenig davon abließ, sich in den Besitz der Küste und der Inseln zu setzen und bald Ungarn, bald Byzanz zu Gegnern hatte. Im Jahre 1112 wurde die Lage für Venedig so ungünstig, daß man durch einen Patriarchen als Sondergesandten in Byzanz um Hilfe gegen die Ungarn bitten mußte, die aber trotzdem die Oberhand behielten und Dalmatien bis an die Narenta unterjocht hatten, als Koloman 1114 unerwartet starb. Nun griff Venedig sofort und energisch wieder nach den Inseln; schon im folgenden Jahre 1115 erschien der Doge Falieri mit einer Flotte vor Arbe, nahm die Insel wieder ein und bestätigte im Namen der Republik alle von byzantinischer wie von ungarischer Seite verliehenen Rechte und Privilegien.

Den wechselvollen Geschicken Dalmatiens und Kroatiens während der nächsten beiden Jahrhunderte konnte

sich Arbe nicht entziehen; aber in diese fällt die Zeit der Kreuzzüge, die für die Insel von größter wirtschaftlicher Bedeutung wurde, denn der Seeweg zum heiligen Lande führte dort vorüber. Zahlreiche Kreuzfahrerflotten liefen den sicheren Zwischenhafen gern an, in dem man bei der bekannten Fruchtbarkeit der Insel die Schiffe nicht nur reichlich mit neuem Proviant, sondern vor allen Dingen mit gutem Trinkwasser versorgen konnte, an dem es hier im Gegensatz zu vielen anderen Plätzen Dalmatiens niemals mangelte.

Mit wechselndem Kraftaufwand und Kriegsglück setzten sich im 12. Jahrhundert die Kämpfe zwischen Venedig, Ungarn und Byzanz um die Vorherrschaft in Dalmatien fort; im Jahre 1143 wurde Kaiser Alexius Comnenus Herr des Landes, das er jedoch 1180 schon wieder an die Ungarn verlor. Um 1220 fielen die serbokroatischen Morlakken darüber her, denen 1241 die Mongolen folgten, welche Ungarn bis nach Kroatien hinein förmlich überschwemmten. Vor ihren wilden Horden floh der Ungarnkönig Bela IV nach Spalato und brachte sich von da nach Arbe in Sicherheit, das er erst im folgenden Jahre 1242 verließ, ein Beweis, daß die Insel, die ihm so lange eine sichere Zufluchtstätte bot, damals in ungarischen Händen gewesen sein muß. Bald war es jedoch wieder im Besitz der Venezianer; denn als 1301 das ungarische Königshaus ausgestorben, und die Krone auf Karl Robert von Anjou übergegangen war, entriß dieser im Jahre 1309 Arbe den Venezianern, konnte sich aber dort nicht behaupten. Sein Nachfolger Ludwig I der Große rückte 1345 in Dalmatien ein, vertrieb abermals 1357 die Venezianer, die im Frieden von Zara 1358 fast das ganze Land verloren. Da sie aber zur See doch offenbar das Uebergewicht behalten hatten und für ihren Handelsverkehr nach dem Orient den Besitz der Küsten und Inseln unmöglich entbehren konnten, setzten sie sich dort allmählich wieder fest. Darob entbrannte 1373 von neuem ein langwieriger Krieg, in welchem König Ludwig wiederum Sieger blieb und im Frieden von Turin 1381 der Republik Venedig ganz Dalmatien abnahm von Durazzo bis zum Quarnero und den Inseln, unter denen auch Arbe genannt wird. Nach Ludwigs Tode (1382) siegte jedoch sehr bald wieder Venedigs eiserne Beharrlichkeit, unterstützt durch innerpolitische Streitigkeiten der Ungarn, die König Karl den Kurzen von Neapel zur Nachfolge beriefen, ihn aber kurz darauf ermordeten. Seinen Nachfolger Sigismund verdrängte zwar Karls Sohn Ladislaus von Neapel; aber auch er konnte sich nicht halten, und obwohl er 1403 Dalmatien noch an den Herzog von Bosnien zu Lehen gegeben, übertrug er es schon wenige Jahre später unter vollem Verzicht an Venedig, das ihm oft eine starke Stütze gewesen war. So wurde 1409 Zara, 1412 Sebenico, 1420 Traù und Spalato samt den Küsten und Inseln venezianisch, gleichfalls 1420 die Insel Arbe, die von nun an unter Schutz und Herrschaft der Republik verblieb bis in die Neuzeit. Hiermit kam die italienische Art und die italienische Sprache in das Land, das an den Küsten mit voller Berechtigung italienisch geblieben ist bis auf den heutigen Tag.

Trotz des so häufigen Wechsels der herrschenden Hand können die Verhältnisse für Arbe niemals besonders ungünstig gewesen sein, wenigstens nicht auf längere Zeit. Dank seiner geographischen Lage und seiner vorzüglichen Beschaffenheit hatten Handel und Verkehr guten Aufschwung genommen, hatte sich eine blühende Entwicklung vollzogen, die sich in den prächtigen Resten der Hauptstadt noch heute glänzend wiederspiegelt. Steigender Wohlstand stellte der kirchlichen wie der profanen Baukunst in reicher Fülle schöne Aufgaben, die — natürlich in Anlehnung an die venezianische Kunst — mit ebensoviel Liebe wie Geschmack gelöst wurden; sind doch jetzt noch auf dem kleinen Stadtgebiet nicht weniger denn 14 Kirchen und Kapellen vorhanden, zerstreut unter den Patrizier- und Bürgerhäusern mit ihren reichen Portalen und Fenstern, ihren malerischen Höfen und Gärten, alles umgürtet von einer monumentalen Stadtmauer. Auf mancherlei Gebieten blühte das Kunsthandwerk; die Seidenweberei im Gefolge der Seidenzucht stand in hohem Ansehen, die Gold- und Silberschmiede erfreuten sich wohlverdienten Rufes, und Arbes Glockengießerei war so berühmt, daß man von einem dortigen Glockengießer Ballista (1299) sogar nach Venedig Glocken kommen ließ. Daß unter solchen Verhältnissen an dem von der Natur so verschwenderisch ausgestatteten Platze ein verfeinerter Lebensgenuß und eine behäbige Lebensfreude sich entwickelte, wäre anzunehmen, selbst wenn es nicht bezeugt wäre.

Von dem ersten Einbruch der Türken (1429), welche einen Teil von Dalmatiens Hinterland in Besitz nahmen, und von ihren Raubzügen gegen die Küste blieb Arbe einstweilen verschont, weil Venedigs Arm zur See stärker war. Aber bald kam unerwartet schweres Unheil über Stadt und Insel Arbe, als im Jahre 1456 die — wie öfter im Mittelalter — in Bosnien und Dalmatien wütende Pest vermutlich auf dem Seewege eingeschleppt wurde und mit einem Schlage zerstörte, was Jahrhunderte an glücklicher, erfolgreicher Kulturarbeit geschaffen hatten. Furchtbar hauste die Seuche; um sie zu lokalisieren, vermauerte man die Häuser, wo Pestkranke lagen. Ganze Stadtteile starben aus. Wer nicht alsbald der Pest erlag, suchte aus der Stadt zu fliehen, obwohl der Bischof mit fünf Priestern mahnte und ein gutes Beispiel gab, an der gefährlichen Scholle auszuharren; und wer aufs Land entkam, wurde von den Bauern, die sich gegen die Verbreitung der Seuche dadurch schützen zu können glaubten, erbarmungslos niedergeschlagen — vergebens! So wurde Stadt und Land entvölkert. Wohl kamen 1463, von den Türken aus der Heimat vertrieben, Flüchtlinge aus Bosnien, aber dieser vereinzelte Zuzug genügte bei weitem nicht, den Verlust zu decken, und so mußten ganze Stadtteile leer stehen bleiben; die Baulichkeiten verfielen allmählich, die Häuser sanken in Trümmer, und bald bedeckte die üppige Vegetation mit blütenreichem Mantel die Stätten einstiger Herrlichkeit und formte liebevoll aus verödeten Ruinen alle die malerischen Bilder, die heute das Entzücken des Besuchers erregen und traulich von vergangener Pracht und Größe erzählen. Diese schwere Heimsuchung hat Arbe bis jetzt noch nicht verwinden können; auch heute noch gähnen hier offene Fenster, dort kahle Tore und Türen in verlassenen Mauerresten dem Beschauer entgegen, auch heute noch sind innerhalb des kleinen Stadtgebietes, z. B. im Süden zwischen Hafen und Dom ganze Straßenviertel verödet, wo mehr oder weniger deutliche Reste die einstige Bebauung erkennen lassen. Ein Irrtum ist es jedoch, den Niedergang und Tiefstand des Ortes der Pest allein zuschreiben zu wollen; vielmehr hat dabei wesentlich der Umstand mitgewirkt, daß in die Zeit des höchsten Unglücks die Entdeckung des Seeweges nach Ostindien (1498) fiel, infolgedessen der Handel mit Indien allmählich die Adria verließ und der Hafen von Arbe verödete.

Als die Türken seit 1462 mit einer gewissen Regelmäßigkeit an der Küste erschienen, war Arbes Wohlstand bereits vernichtet und Venedigs Stern war längst im Erbleichen. Die Venezianer waren nur noch darauf angewiesen, sich gegen die Türken zu behaupten, und konnten während anderthalb Jahrhunderten wenig gegen sie ausrichten. Im Frieden von Karlowitz 1699 beließen die Türken der Republik Venedig noch ihren alten Dalmatiner Besitz, der durch den Frieden von Poscharewatz 1718 seine größte Ausdehnung (von der Insel Cherso bis an die Narenta) erfuhr und sich im wesentlichen unverändert hielt, bis er beim Untergang der Republik Venedig 1797 im Frieden von Campo Formio von Frankreich an Oesterreich gegeben,

1805 im Frieden von Preßburg zum Königreich Italien, 1810 im Frieden von Wien zu den sog. illyrischen Provinzen Frankreichs geschlagen und 1814 endgültig zu Oesterreich gelegt wurde, das daraus das Königreich Dalmatien schuf. Aber noch ein Jahrhundert war nötig, die Verhältnisse der neuen Provinz für die Dauer zu regeln, was erst durch die Einverleibung des bosnisch-herzegowinischen Hinterlandes 1909 in die habsburgische Monarchie erreicht wurde, unter deren steigender Fürsorge das Land sichtlichen Aufschwung nimmt und die Hoffnung gibt auf eine glänzende Zukunft. Daß diese für Stadt und Insel Arbe nicht mehr fern ist, dafür mehren sich fortgesetzt die erfreulichsten Beweise und Anzeichen.

Wie sich die baugeschichtliche Entwickelung in Dalmatien und auf Arbe gestaltet hat, läßt sich aus seiner politischen Geschichte ohne weiteres schließen. Auf die römische Kulturepoche, deren glänzendste Zeugen in Pola, Spalato und Salona sich finden, folgte in den Stürmen der Völkerwanderung ein gänzlicher Niedergang der Baukunst, ein Tiefstand, der erst im 9., 10. und 11. Jahrhundert durch byzantinische Einwirkung behoben wurde, die im nördlichen Dalmatien und in Istrien zahlreiche Baudenkmäler bezeugen. Schon im 10. Jahrhundert tritt seit dem Vordringen Venedigs und später infolge der Kreuzzüge aus dem Abendlande italienischer Einfluß ein, der seine Verbreitung nicht zuletzt dem Benediktinerorden verdankt. Sobald Venedig mit Beginn des 15. Jahrhunderts die Vorherrschaft in Dalmatien sich errungen, wird die speziell venezianische Kunst vorherrschend und findet dort entsprechend dem Wohlstand des Landes eine reiche Fülle von Aufgaben der kirchlichen und profanen Baukunst, deren Werke heute noch in großem Umfang alle dalmatinischen Küstenstädte schmücken und malerisch, wie sie meist sind, das Entzücken des Kunstfreundes bilden. Nur ein Jahrhundert lang währte diese Blütezeit; mit dem Rückgange des venezianischen Handels in der Adria seit Anfang des 16. Jahrhunderts setzt der Verfall ein, dem nur Ragusa widersteht, das vielmehr seine baukünstlerische Entwicklung bis in die Barockzeit fortsetzt und aus dieser wie keine andere dalmatinische Stadt einige wertvolle Baudenkmäler besitzt.

(Fortsetzung folgt.)

Ein weiterer Beitrag zur Berechnung der Geschwindigkeitsunterschiede in den Querprofilen von Wasserläufen.

Von Baurat Graevell (Breslau).

Für Strecken von Wasserläufen im Beharrungszustande mit regelmäßiger Form, entsprechend ausgestalteten Querprofilen und gleichmäßigem Spiegellängengefälle wurde unter der Voraussetzung einer mäßigen Geschwindigkeit, bei der die wellen- und wirbelbildenden und die ihnen verwandten Widerstände der Wasserbewegung sowie die Einflüsse der Sinkstoff- und Geschiebeführung gegen die Wirkungen der Reibungswiderstände und ähnlicher Erscheinungen zurücktreten und letztere Gruppe von widerstehenden Kräften für die Geschwindigkeit im wesentlichen maßgebend ist, früher schon gezeigt, daß sich der Widerstand der Wasserbewegung für Zwecke der Praxis genau genug darstellen läßt durch die einfache und übersichtliche Beziehung:

$$W = K \cdot O \cdot v^n,$$

wobei K einen Erfahrungsbeiwert, O die Größe der benetzten Oberfläche, v die mittlere Geschwindigkeit und n einen in sehr engen Grenzen variabelen Exponenten bezeichnen. Der letztere kann unter gewöhnlichen Verhältnissen der Einfachheit halber als konstant und zu rund 1,85 — eher etwas niedriger wie höher — angenommen werden. (Man vergleiche hierüber auch die Abhandlungen in der Zeitschrift „Das Wasser“ von 1911, Seite 237, 270, 657, in dem „Zentralblatt für Wasserbau und Wasserwirtschaft“ von 1911, Seite 513, und in der „Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen“ von 1912, Seite 18.) Es ist ferner nachgewiesen worden, daß sich unter den vorigen Voraussetzungen für einfache Verhältnisse die mittlere Geschwindigkeit in der bekannten alten Normalformel

$$v = \sqrt[n]{\frac{\gamma}{K} \cdot \frac{F}{U} \cdot J} = K_1 \cdot \sqrt[n]{R \cdot J}$$

ausdrücken läßt. Hierbei sind γ das Gewicht der Raumeinheit, K und K_1 Beiwerte, F die Fläche des Wasserquerschnitts, U der benetzte Umfang, J das Längengefälle des Wasserspiegels und R der sogenannte Profilhalbmesser oder die hydraulische Tiefe. Es stehen die in verschiedenen Höhen angreifenden Kräfte bzw. die ihnen gleichen aber entgegengesetzt wirkenden Widerstände in annähernd linearem Verhältnis zueinander. Daher verhalten sich unter sonst gleichen Umständen die Geschwindigkeiten wie die $(n + 1)$ten Wurzeln — also für gewöhnlich meist die 2,85ten Wurzeln — aus den zugehörigen Kräften. Unter denselben Verhältnissen verhalten sich somit auch die Kräfte in Profilstreifen mit gleicher mittlerer (also fingierter) Geschwindigkeit wie die mittleren Tiefen. Es ist demnach auch die übliche Formel für die Räumungskraft des fließenden Wassers — der Angriff auf die Flußsohle — nach den Vorgängen von Dubuat, Kreuter und Engels $P = \gamma \cdot k \cdot t \cdot J$ in theoretischer Hinsicht begründet. In der Formel bezeichnen γ das Gewicht der Raumeinheit Wasser, k den örtlichen Räumungsbeiwert, t die Wassertiefe und J das Spiegelgefälle.

Die Beziehungen der bewegenden bzw. widerstehenden mittleren Gesamtkraft des Querprofils zu den an der Sohle und der Oberfläche im Längenschnitt des Talweges angreifenden größten Kräften — entsprechend den absoluten Maximalwerten des Querprofils — konnten durch eine einfache elementare Behandlung wie folgt annähernd festgestellt werden:

$$\frac{\text{max. } P_s}{\text{mittl. } P} = \frac{2 \cdot d}{\tau}$$

$$\frac{\text{max. } P_0}{\text{mittl. } P} = \left(\frac{t}{b} - \frac{a}{b} \cdot \frac{2\,d}{t}\right) \tau.$$

Hierbei bedeuten d den Abstand der Schwerpunkte von Fläche und benetztem Umfang des Querprofils voneinander, a und b die Entfernungen erstgenannten Punktes von der Oberfläche und Sohle im Talweg, t die Tiefe daselbst, also $a + b = t$ und τ das Verhältnis der größten zur mittleren Tiefe.

Die Verhältnisse der zugehörigen Geschwindigkeiten, also $\frac{\text{max. } v_s}{\text{mittl. } v}$ und $\frac{\text{max. } v_0}{\text{mittl. } v}$ werden dann als die 2,85ten Wurzeln aus den Kraftwerten erhalten.

Bei der Bestimmung des Schwerpunktes für die Linie des benetzten Umfanges bleibt zu beachten, daß dieser Linienzug nicht nur nach seiner geometrischen Gestaltung, sondern auch nach der Wertigkeit in bezug auf seine verschiedene Rauhigkeit oder zweckmäßiger noch deren reziproken Werte, der Glätte, in Betracht kommt. Für verläßliche Berechnungen würden wie bei der bekannten und vielfach erprobten Geschwindigkeitsformel von Ganguillet und Kutter die erforderlichen Beiwerte für die in

Betracht kommenden Wasserläufe des näheren noch genauer zu bestimmen sein. Für die Berechnung von Kräften und Geschwindigkeiten bei unregelmäßigen Querprofilen wird naturgemäß eine eingehendere und daher umständlichere Behandlung erforderlich werden. Die Bestimmung für die Werte in Längenschnitten außerhalb des Talweges kann auf dieselbe Weise erfolgen. Jedoch ist dabei zu beachten, daß das in Betracht kommende Verfahren auf der mittleren Geschwindigkeit des Gesamtprofiles beruht. Zu seiner Anwendung würden daher der Einfachheit halber jeweilig neue Hilfsprofile (zusammengeschobene Teilprofile) gebildet werden können, für welche dann die neue mittlere Geschwindigkeit zu bestimmen wäre.

Die Ergebnisse der mitgeteilten Formeln für die Geschwindigkeitsmaxima im Talwege sind auf Grundlage exakter Messungen nachgeprüft worden. Sie haben eine gute Uebereinstimmung mit letzteren ergeben. Die Wasserläufe, welche dabei in Betracht gekommen sind, waren:

1. der Kanal des Richtstollens im Simplontunnel,
2. der Mühlbach bei Burgdorf,
3. der Kanal des städtischen Elektrizitätswerkes in Aarau,
4. der Oberwasserkanal des Wasserwerks Testi-Rasini in S. Lopatoto und
5. der Oberwasserkanal in Rheinfelden.

Unter den gemachten Voraussetzungen sind die Geschwindigkeiten im Querprofil und deren Unterschiede in der Senkrechten im wesentlichen abhängig von der Beschaffenheit des Querprofils und derjenigen seines benetzten Umfanges. Für typische Profile mit gleichmäßiger Beschaffenheit ihres benetzten Umfanges lassen sich für die Beziehungen der kritischen Hauptkräfte und zugehörigen Geschwindigkeiten somit bestimmte und konstante Festwerte feststellen. Dieselben haben, da solche Profile in der Wirklichkeit nur selten vorzukommen pflegen, im allgemeinen nur eine theoretische Bedeutung, die indessen wegen der diesen Normalien zu entnehmenden allgemeinen Lehren immerhin eines gewissen praktischen Interesses nicht entbehrt. Auch würden diese Normalien bei Anfügung geeigneter Beiwerte unter Umständen — namentlich bei schnell zu bewirkenden Ueberschlägen — geeignete Verwendung finden können.

Es tritt nun aber auch an der Oberfläche des Wassers — am Wasserspiegel — infolge des Luftwiderstandes und einer gewissen Zähflüssigkeit des Wassers offenbar noch ein Bewegungswiderstand und demgemäß eine Verzögerung der Wassergeschwindigkeit auf, die unter den hier gemachten Voraussetzungen im allgemeinen nur eine geringe sein kann und unter Umständen kaum in die Erscheinung tritt. Es herrscht also an der Oberfläche des Wasserlaufes vielfach nicht die größte Geschwindigkeit, sondern erst in einer geringen Tiefe darunter. Die Geringfügigkeit der Verzögerung am Wasserspiegel hat anscheinend G. Hagen veranlaßt, überhaupt ganz in Abrede zu stellen, daß die Oberflächengeschwindigkeit häufig kleiner sei als die unter dem Wasserspiegel gelegene Maximalgeschwindigkeit. Er versuchte vielmehr nachzuweisen, daß eine Verzögerung der obersten Wasserfäden im freien Strome nicht stattfindet, sondern nur die Folge der Stauung sei, welche das vor Anker liegende Boot, von dem aus die Geschwindigkeitsmessung vorgenommen wird, erzeugt. Indes ist zu bemerken, daß bei Geschwindigkeitsmessungen, zu deren Ausführung kein Boot benutzt wurde, die größte Geschwindigkeit gleichfalls unter dem Wasserspiegel gefunden worden ist.

Die an der Oberfläche angreifenden, der Bewegung widerstehenden Kräfte sind, wenn sie auch ähnlichen Gesetzen wie die längs des benetzten Umfanges und im Inneren des Wasserkörpers angreifenden Widerstände folgen, doch nicht wie letztere zu behandeln. Diese sind nämlich, wie aus dem Vorhergehenden näher zu ersehen sein dürfte, mit bestimmend für die besondere Art der Bewegung im Wasserbett überhaupt und mit der Beschaffenheit des letzteren und dem Spiegelgefälle aufs engste verbunden. Bei natürlichen Wasserläufen wird ja von manchen Seiten schon eine solche ausgleichende Wirkung der die Bewegung beeinflussenden Faktoren in teleologischer Auffassung angenommen und nachzuweisen versucht, daß in den Formeln für die mittlere Geschwindigkeit nur konstante Beiwerte und in bezug auf die Potenzen einiger weniger Hauptfaktoren nur in geringen Grenzen schwankende Zahlen eingestellt werden. In dieser Beziehung wäre an neuesten Formeln die von Professor Matakiewicz beispielsweise anzuführen:

$$v = 34\, t^m\, J^n.$$

Hierbei bedeuten t die mittlere Tiefe und J das Spiegelgefälle; m beträgt für $t < 1^m = 1 - t$ und für $t > 1 = 0{,}75^m$; n schwankt entsprechend $J = 2{,}0$ bis $4{,}5\,^0/_{00}$ zwischen 0,50 und 0,53.

Es ist demnach für die Bestimmung der Widerstände an der Wasseroberfläche der im vorhergehenden eingeschlagene Weg wohl nicht gut gangbar. Vielmehr erscheint es angezeigt, diesen Einfluß auf die Wasserbewegung getrennt zu behandeln, da auch die hierfür in Betracht kommende Kurve der vertikalen Geschwindigkeitsunterschiede mit der betreffenden Kurve für das Wasserbett anscheinend nicht in bedingtem Zusammenhang steht. Schon Höcker und Junker nahmen an, daß die Vertikalgeschwindigkeitskurve aus zwei Parabeln zusammengesetzt ist. Auch von Schlichting wurde später darauf hingewiesen, daß die Luft einen ähnlichen Einfluß wie die Sohle des Bettes ausüben, sonach eine Verzögerung der Geschwindigkeit an der Oberfläche veranlassen und eine vom Widerstand an der Sohle unabhängige, besondere Parabel mit vertikaler Achse und dem Scheitelpunkte im Wasserspiegel erzeugen kann, so daß sich die Vertikalgeschwindigkeitskurve aus zwei Parabeln zusammensetzen würde, welche sich in einem Punkte unter dem Wasserspiegel vereinigen. Die Widerstände an der Wasseroberfläche sind unter den hier nur in Betracht kommenden Verhältnissen der Natur der Sache nach erheblich geringer wie die an den Bettwandungen. Wird das fließende Wasser als in Ruhe befindlich gedacht, so werden dessen Begrenzungen das Bett und die Luftschicht über dem Wasserspiegel sich in relativer Bewegung befinden müssen, die von gleicher Größe aber entgegengesetzter Richtung sein muß. Es entsteht dann ein Widerstand bewegter Luft an der festen sie begrenzenden Wasseroberfläche. Nun folgt die Bewegung der Luft fast denselben Gesetzen wie die des Wassers. Natürlicherweise sind für erstere die Reibungswiderstände ganz erheblich kleiner. Um einen annähernden Anhalt für das Wertverhältnis beider zueinander geben zu können, sei die folgende Betrachtung angestellt.

Der Druckverlust bei der Bewegung durch Rohrleitungen beträgt nach Riedler und Gutermuth in $^{kg}/_{qcm}$:

für Luft: $$Z_l = \frac{533}{10^{10}}\,\gamma \cdot \frac{l}{d} \cdot W^2,$$

für Wasser aber: $$Z_w = 4\,\zeta \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{W^2}{2g}.$$

Hierbei bedeuten γ das Gewicht der Raumeinheit, l und d Länge und Durchmesser der Rohrleitung, W die mittlere Geschwindigkeit und ζ ein Erfahrungsbeiwert. Letzterer werde nach Weisbach — gültig in den Grenzen von $d > 0{,}10^m$ und $W > 2^m/_{sek}$ — bestimmt. Er schwankt dann in den Grenzen und zwar $4\,\zeta = \lambda$ für $W = 0{,}50$ bis $4{,}0^m$ zwischen 0,00278 und 0,0191. Für unsere Betrachtung kann er der Einfachheit halber zu rund 0,020 angenommen werden. Es beträgt dann das Verhältnis der Oberflächenwiderstände bei der Bewegung von Luft zu Wasser wie:

$$\frac{Z_l}{Z_w} = \frac{533 \cdot 1{,}3 \cdot 20}{10^{10} \cdot 0{,}020} = 0{,}000\,693 = \frac{1}{1443} = \frac{1}{e}.$$

Es ist wahrscheinlich, daß infolge der meist größeren Rauhigkeit des benetzten Umfanges der Wasserläufe in Vergleich zu der bei Röhrenleitungen und infolge der inneren Widerstände oben gefundene Verhältniszahl $\frac{1}{e}$ sich in Wirklichkeit noch wesentlich verkleinert. Offenbar wird der Widerstand am Wasserspiegel von der jeweiligen Beschaffenheit des letzteren wesentlich beeinflußt und ist daher veränderlich. Doch werden sich die Schwankungen der Widerstände bei ihrer relativen Kleinheit im Vergleich mit denjenigen der übrigen Wasserbewegung nicht sehr erheblich bemerkbar machen können, besonders wenn man noch in Betracht zieht, wie schwer es bei den Messungen fällt, an derselben Stelle auch nur einigermaßen übereinstimmende Ergebnisse für die vertikalen Geschwindigkeiten zu erhalten. Denn das Wasser — besonders der natürlichen Wasserläufe — befindet sich, selbst von einem etwaigen Anwachsen oder Abfallen abgesehen, durchaus nicht in einem gleichmäßigen beharrenden Abfluß, vielmehr machen sich beständige Schwankungen und Pulsationen bemerkbar, so daß nur durch eine große Zahl zuverlässiger Beobachtungen sich ein einigermaßen der Wirklichkeit entsprechender Wert für die jeweilige Geschwindigkeit wird feststellen lassen, der aber selbst dann immer noch als ein nur angenäherter zu betrachten sein wird. Es ist deshalb auch meist zwecklos, sich mit diesbezüglichen subtilen hydraulischen Untersuchungen oder umständlichen mathematischen Behandlungen zu befassen, da die Erlangung dementsprechender Ergebnisse der Natur der Sache nach im allgemeinen aussichtslos sein muß. Es bestehen nun unter Beibehaltung der früheren Bezeichnungen zur Bestimmung der Verzögerung an der Wasseroberfläche infolge des Luftwiderstandes und verwandter Einflüsse nachfolgende Beziehungen für das Längenprofil im Talweg:

$$W_l = K_l \cdot O \cdot v_l^n$$
$$W_l = K_l \cdot O \cdot \max \cdot v_w^n$$
$$W_l = \frac{K_w}{e} \cdot O \cdot \max \cdot v_w^n$$
$$\frac{W_l}{W_w} = \frac{K_w}{e} \cdot \frac{O \cdot \max \cdot v_w^n}{K_w \cdot O \cdot \max \cdot v_w^n}$$
$$\frac{W_l}{W_w} = \frac{1}{e}$$
$$\frac{v_l}{v_w} = \sqrt[n]{\frac{1}{e}};$$

beispielsweise:

$$\frac{v_l}{v_w} = \sqrt[2{,}85]{\frac{1}{1440}} = 0{,}078 = \text{ca. } \frac{1}{13}.$$

Nimmt man selbst an, daß sich der Reibungswiderstand der Luft noch verdoppeln sollte, so würde immerhin nur eine Geschwindigkeitsänderung von ca. $\frac{1}{9}$ eintreten. Wird die nach der früher angegebenen Methode gefundene größte Geschwindigkeit im Wasserspiegel infolge des Oberflächenwiderstandes im Verhältnis $\frac{1}{e}$ gekürzt, so wird annähernd die wirkliche Geschwindigkeit erhalten. Bei den für diese Abhandlung in Betracht kommenden Verhältnissen dürfte wohl anzunehmen sein, daß die an der Wasseroberfläche angreifenden verzögernden Kräfte keinen wesentlichen Einfluß mehr auf die Sohle des Wasserlaufes auszuüben vermögen, daß ihre Krafteinwirkung infolge der verschiedenen inneren Widerstände im Wasserkörper vielmehr nach unten zu allmählich und, wie schon früher erwähnt, annähernd in linearem Verhältnis abnimmt. Wird als größte Wirkung nach unten ein Einfluß bis zur Sohle, wo er gleich Null werden soll, angenommen, so würde das Abnahmeverhältnis dieser Kraftwirkung durch die Neigung der Hypotenuse bzw. das Kräftediagramm durch die Fläche eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Katheten die Verzögerung am Wasserspiegel und die Wassertiefe bilden, dargestellt werden können. Wird im allgemeinen Kräftediagramm des in Betracht kommenden Längenprofils nun eine Parallele zu dieser Hypotenuse durch den Endpunkt der verkürzten Oberflächenkraft gezogen, so wird diese Gerade die Abschlußlinie des ursprünglichen Kräftediagramms in einem Punkt schneiden, dessen Höhenlage der Stelle entspricht, wo die Zweige der beiden vertikalen Geschwindigkeitskurven zusammentreffen. Diese Höhenlage wäre in das Geschwindigkeitsdiagramm zu übertragen. Es ist dann der obere Zweig der Geschwindigkeitskurve durch seine beiden Endpunkte festgelegt und zwar durch den einen im Wasserspiegel am Endpunkt der verminderten Geschwindigkeit und durch den anderen auf dem unteren Zweig der Geschwindigkeitskurve im Schnittpunkt mit der aus dem Kräftediagramm übertragenen Höhenlinie. Zur Darstellung des oberen Zweiges der Geschwindigkeitskurve würden dann diese beiden so festgelegten Endpunkte durch eine angemessene Kurve verbunden werden können.

Bei kleineren Wasserläufen mit mäßiger Geschwindigkeit, geringer Wassertiefe und rauhem Bett wird der Widerstand an der Wasseroberfläche des Querprofils nur von geringer Bedeutung sein können, so daß sein Einfluß unberücksichtigt bleiben darf. Es herrscht dann — für praktische Zwecke mit genügender Genauigkeit — die größte Geschwindigkeit am Wasserspiegel. Für überschlägliche Berechnungen wird eine Vernachlässigung des Widerstandes am Wasserspiegel selbst für größere Wasserläufe, die keine ausgesprochene Neigung zur Beeinflussung ihrer Oberfläche zeigen, ohne großen Fehler für die Bestimmung der Gesamtwasserbewegung noch zugelassen werden können. Ueber den wirklichen Verlauf der vertikalen Geschwindigkeitskurven, die bisher nur in ihren mittleren und extremsten Werten festgelegt worden sind, also gewissermaßen zwischen diesen Festpunkten, sollen die folgenden Zeilen einigen Aufschluß geben.

Es ist schon seit langer Zeit versucht worden, die Gestaltung der vertikalen Geschwindigkeitskurve auf empirischem und theoretischem Wege zu bestimmen. Ein völlig befriedigendes, allen Verhältnissen ausreichend genügendes Ergebnis ist indessen bis jetzt noch nicht erreicht worden. Es ist dies nach den im vorigen gemachten Ausführungen und der Natur der Sache nach auch unschwer begreiflich, da sich diese komplexe Materie, die für jeden charakteristischen Abschnitt eines Wasserlaufes ihre Sonderbeziehungen und Eigenheiten besitzt, in eine einfache mathematische und mechanisch richtig aufgebaute Kurvengleichung nicht hineinzwängen läßt. Die bisher in Vorschlag gebrachten Kurven stellen im günstigsten Falle nur bestimmte Sonderfälle vor, für die sie zutreffend sein mögen und für die sie auch wohl mit Vorteil angewandt werden können, während ihre Verallgemeinerung zu Bedenken Anlaß gibt. Man hat besonders die gemeine (quadratische) Parabel ihrer Einfachheit wegen mit Vorliebe in Anwendung gebracht und zwar sowohl mit horizontaler als auch mit vertikaler Achse. Auch hat man, wie schon vorher erwähnt worden ist, mit Vorteil zwei Parabeln zusammengestellt. Es ist in neuerer Zeit von Jasmund auch die logarithmische Linie in Anwendung gebracht worden. Lavale hat eine vertikale Geschwindigkeitsparabel mit horizontaler Achse angenommen und zwar Kurven höherer Ordnung, welche letztere durch eine umständlich zu lösende Gleichung ohne besondere Berücksichtigung der Beschaffenheit des Wasserbettes des Näheren bestimmt wird. Es wäre nach dem Vorgange bei Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit durch Siedek auch

wohl möglich, gestützt auf eine große Anzahl vielseitiger Messungen, in voller Empirie eine reine statistische, umständliche Formel zusammenzustellen, gegen deren Einbürgerung voraussichtlich aber ihre zeitraubende Handhabung, der wahrscheinlich wenig befriedigende mechanische Aufbau und der Mangel an genügender Uebersichtlichkeit namentlich beim Gebrauch für überschlägliche Zwecke sprechen dürften. Von einer genauen Bestimmung der tatsächlichen Verhältnisse auf theoretischem Wege kann ja überhaupt nicht und selbst unter Zuziehung sorgfältig ausgeführter Messungen immer nur bedingt die Rede sein.

Es kann wohl als richtig angenommen werden, daß die vertikale Geschwindigkeitskurve notwendigerweise zu der Art der elastischen Linien im weiteren Sinne gehören muß, denen sich also auch die Grade, die parabolischen Kurven niederer und höherer Ordnung sowie die logarithmischen Kurven natürlichen oder Briggsschen Gefüges einordnen lassen. Es ist ferner anzunehmen, daß die vertikale Geschwindigkeitskurve für jede charakteristische Strecke eines jeden Wasserlaufes eine besondere Form besitzt, die aus den jeweilig vorliegenden eigenartigen Verhältnissen des Wasserbettes noch besonders bestimmt werden muß. Dies schließt natürlicherweise nicht aus, daß für ähnliche und verwandte Fälle besondere Kurventypen ausgebildet sowie allgemein gültige Gesetze und Richtlinien aufgestellt werden können. Die Art der vertikalen Geschwindigkeitskurve wird sich durch ihren Völligkeitsgrad einigermaßen bestimmen lassen. Eine große Genauigkeit ist aus den zuvor schon dargelegten Gründen nicht am Platze. In dem Geschwindigkeitsdiagramm muß der Flächeninhalt aus Tiefe und mittlerer Geschwindigkeit gleich sein der durch die Linie der Geschwindigkeitskurve begrenzten Fläche. Bezeichnet man den Faktor, welcher zur Bestimmung des Flächeninhalts der von der Geschwindigkeitskurve eingeschlossenen Fläche vermittels Tiefe und mittlerer Geschwindigkeit erforderlich wird, mit p und mit $k \cdot v_m$ die mittlere Geschwindigkeit im zu untersuchenden Längenprofil, wobei v_m die mittlere Geschwindigkeit für das gesamte Querprofil des Wasserlaufes bezeichnen soll, so beträgt die Gleichung für die Fläche des Geschwindigkeitsdiagrammes:

$$h \cdot v_m \cdot k = h \cdot v_s + (v_0 - v_s) \cdot h \cdot p.$$

Hieraus folgt der Völligkeitswert der Geschwindigkeitskurve:

$$p = \frac{K \cdot v_m - v_s}{v_0 - v_s} = \frac{1 - \dfrac{v_s}{v_m \cdot K}}{\dfrac{v_0}{v_m} - \dfrac{v_s}{v_m \cdot K}} = \frac{K - \dfrac{v_s}{v_m}}{\dfrac{v_0}{v_m} - \dfrac{v_s}{v_m}}.$$

p stellt sich für die Begrenzung des Geschwindigkeitsdiagramms durch eine gerade Linie auf 0,50, durch eine semikubische Parabel der Formel $\sqrt[2]{x^3}$ und ihre Umkehrung $\sqrt[3]{x^2}$ auf 0,58 bzw. 0,65, durch eine gemeine (quadratische) Parabel auf 0,67, durch eine Parabel dritter und vierter Ordnung auf 0,74 bzw. 0,84 und durch die Linien der natürlichen bzw. Briggsschen Logarithmen der gemeinen Zahlen auf 0,77 bzw. 0,81.

p hat für einige typische Querprofile von Wasserläufen bei gleichwertiger Beschaffenheit des benetzten Umfangs unter Nichtberücksichtigung der Verzögerung am Wasserspiegel, also für die untere Hauptgeschwindigkeitskurve, etwa folgende Werte und zwar für:

1. das Rechteck (Werkkanalprofil) bei einer Breite gleich der vierfachen Tiefe:

$$\frac{1{,}000 - 0{,}867}{1{,}106 - 0{,}867} = 0{,}557;$$

2. das Quadrat (Durchlaßprofil)

$$\frac{1{,}000 - 0{,}681}{1{,}196 - 0{,}681} = 0{,}619;$$

3. das Trapez (Schiffahrtskanalprofil) bei einer Sohlenbreite gleich der achtfachen Tiefe und zweifacher Böschungsanlage:

$$\frac{1{,}066 - 0{,}803}{1{,}173 - 0{,}803} = 0{,}701;$$

4. den Halbkreis (Rinnenprofil)

$$\frac{1{,}089 - 0{,}681}{1{,}232 - 0{,}681} = 0{,}741;$$

5. die Ellipse (Kanalprofil) bei einer Tiefe gleich der doppelten Breite:

$$\frac{1{,}089 - 0{,}740}{1{,}200 - 0{,}740} = 0{,}749;$$

6. den Kreis (Rohrprofil):

$$\frac{1{,}089 - 0}{1{,}388 - 0} = 0{,}785;$$

7. die Parabel (natürliches Flußprofil):

$$\frac{1{,}153 - 0{,}696}{1{,}267 - 0{,}696} = 0{,}798 \text{ und}$$

8. das Dreieck (bei verschobener Form, natürliches Flußprofil in Kurven)

$$\frac{1{,}275 - 0{,}534}{1{,}409 - 0{,}534} = 0{,}847.$$

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich offenbar, daß je völliger das Querprofil eines Wasserlaufes ist, um so gestreckter ist dann dessen vertikale Geschwindigkeitskurve und umgekehrt.

Die Geschwindigkeitskurve für Querprofile mit wagerechter Sohle und senkrechten niedrigen Wänden nähert sich einer geraden Linie. Es folgen dann in bezug auf die Zunahme in der Stärke der Krümmung die hochbordigen Profile dieser Art und die trapezförmigen Querschnitte, sodann die rinnenförmigen sowie die parabolischen und zuletzt die dreieckigen Profile. Als äußerste Grenzwerte wären zu bemerken einerseits eine horizontale ins Unendliche sich erstreckende Lamelle mit einem Völligkeitsgrad gleich 0, wobei also die Geschwindigkeitskurve eine Senkrechte darstellt, andererseits eine vertikale unendlich große Lamelle mit einem Völligkeitsgrad gleich 1, dem also ebenfalls wieder eine Senkrechte entspricht, für welche beide, somit im Extrem sich berührend, $v_s = v_m = v_0$ sein muß. So wie in der Mathematik in besonderen Fällen die vom Nullpunkt — dem Koordinatenanfang — aus beiderseitig fortschreitenden Reihen der Beziehungsfunktionen, gewissermaßen einem in der Unendlichkeit geschlossenen Ringe vergleichbar, sich unter gewissen Umständen wieder zu einem endlichen Werte vereinigen können, oder, wie es in der praktischen Auffassung des Lebens das Sprichwort ausdrückt, „die Extreme sich berühren“, so bieten auf hydrotechnischem Gebiet die vorher aufgeführten Grenztypen der Lamellenquerprofile auch hierfür eine weitere Bestätigung. Es wird nach den vorhergehenden Ausführungen nicht schwer sein, zu erkennen, welche Kurvenart etwa für jeden vorliegenden Fall zu wählen sein wird, um die Geschwindigkeitslinie im Anschluß an die gefundenen extremsten Werte zur Darstellung bringen zu können. Eine besondere Genauigkeit ist, wie bereits erörtert, nicht angebracht, da, ebenso wie bei den Messungen, doch nur Näherungsergebnisse erwartet werden können.

Nach der zu Eingang der Abhandlung angegebenen Methode ist es auch unschwer möglich, auf einfache Weise eine angenäherte Darstellung der horizontalen Geschwindigkeitskurve am Wasserspiegel zu geben. Von den Widerständen längs der Oberfläche soll der Einfachheit wegen vorläufig abgesehen werden. Deren Einfluß kann, wie schon zuvor gezeigt worden ist, nachträglich noch angemessene Berücksichtigung finden. Kommen unsymmetrische Querprofile in Betracht, so wird für jeden Teil zu seiten

der Hauptachse (Talwegslinie) die horizontale Geschwindigkeitskurve gesondert bestimmt werden müssen. Bezeichnen, wie vordem, P'_s, P_m und max. P_0 die bewegenden bzw. widerstehenden Kräfte und zwar an dem Oberflächenrand, für den gesamten Querprofilsteil und im Wasserspiegel der Talwegslinie, l die Länge des Wasserspiegels, f das Verhältnis des horizontalen Abstandes der Schwerpunkte von Wasserfläche und benetztem Umfang zu der Wasserspiegellänge l und K ein aus den vorhergehenden Untersuchungen schon bekannter Beiwert, so stellt sich die Gleichgewichtsbedingung für die extremen Kräfte im Wasserspiegel auf:

$$P'_s \cdot \frac{l}{2} = P_m \cdot f \cdot l$$

$$P'_s = 2f \cdot P_m$$

$$\text{max. } P_0 = K \cdot P_m$$

$$P'_s = \frac{2f}{K} \cdot \text{max. } P_0, \text{ somit}$$

$$v'_s = \sqrt[2,85]{\frac{2f}{K} \cdot \text{max. } P_0}.$$

Sind die vertikale und horizontale Geschwindigkeitskurve bestimmt, so wird es bei einiger Ueberlegung der Untersuchung weiterer Längenschnitte des Querprofils kaum noch bedürfen, um die Linien gleicher Geschwindigkeit mit ziemlicher Genauigkeit ohne weiteres verzeichnen zu können. Werden die Linien gleicher Geschwindigkeit punktiert dargestellt und wird diese Punktierung so ausgeführt, daß die Anzahl der Punkte auf die Längeneinheit der Linienzüge ein Maß für die dort stattfindende Geschwindigkeit abgibt, so veranschaulicht dieses Punktsystem gewissermaßen einen schematischen Schnitt der in Bewegung befindlichen Wasserfäden und gibt gleichzeitig in deren Konzentration ein Bild der fließenden Wassermasse. Wird ein solches Punktsystem in den richtigen Abständen der einzelnen Punkte voneinander maßstäblich über den gesamten Querschnitt des Wasserprofils gelegt, so werden die Wirkungen der Wasserbewegung sowohl in örtlicher Begrenzung wie für das gesamte Profil durch diese Darstellung teils unmittelbar ersichtlich gemacht, teils können sie unschwer daraus abgeleitet werden. Bedeuten β den Faden- bzw. Punktabstand und K denjenigen für die Geschwindigkeitseinheit, N die Punktzahl im Profil, l_m dessen mittlere Breite und l diejenige im Wasserspiegel, so gelten, wie leicht nachzuweisen ist, die folgenden einfachen Beziehungen und zwar für:

1. die örtliche Geschwindigkeit:
$$v = K \cdot \beta;$$
2. die Fläche des Querprofils:
$$F = N \cdot \beta_m^2;$$
3. die mittlere Fadenzahl für die Flächeneinheit des Querprofils:
$$\nu = \frac{N}{F};$$
4. der mittlere Fadenabstand;
$$\beta_m = \frac{1}{\sqrt{\nu}};$$
5. die mittlere Geschwindigkeit:
$$v_m = \frac{K \cdot N}{F} = K \cdot \nu;$$
6. die Gesamtwassermenge:
$$Q = K \cdot N = K \cdot \nu \cdot F;$$
7. die Quantität der Bewegung (für die Zeiteinheit):
$$M \cdot v_m = \frac{a \cdot N^2}{F} = a F \cdot \nu^2 = \frac{a \cdot N}{\beta_m^2},$$
wobei $a = \frac{\gamma}{g} \cdot K^2$ sowie γ das Gewicht der Raumeinheit und g die Beschleunigung der Schwerkraft bedeuten;
8. die lebendige Kraft (für den zurückgelegten Weg):
$$\frac{M \cdot v_m^2}{2} = \frac{b \cdot N^3}{F^2} = b \cdot F \cdot \nu^3 = \frac{b \cdot N}{\beta_m^4},$$
wobei $b = \frac{\gamma \cdot K^3}{2g}$ ist.

Durch graphische Synthetik haben sich so Beziehungen ergeben, die schon in das Gebiet der Stromfadentheorie hinübergreifen, auf die aber hier nicht weiter eingegangen werden soll.

Es lag dieser kleinen Abhandlung die Absicht zugrunde, mit den einfachsten Mitteln und auf elementarem Wege eine möglichst übersichtliche und anschauliche Darstellung der in Betracht kommenden, in Wirklichkeit sehr komplexen Bewegungen des begrenzt fließenden Wassers zu geben und dabei das Unwesentliche, als erschwerend und leicht verwirrend, tunlichst beiseite zu lassen, um auch weniger Vorgebildete in den Stand zu setzen, ohne große Umstände einen richtigen Einblick in diese schwierige Materie zu gewinnen und sie dadurch zu befähigen, diesbezügliche einfache Probleme selbständig behandeln zu können. Auf große Genauigkeit der gegebenen Zahlenwerte ist kein besonderes Gewicht gelegt worden. Sie sollten nur als Anhalt dienen, um ersehen zu können, in welchen Grenzen sie sich etwa halten. Die Angabe von Rezepten ist, als der freien Behandlung hinderlich, möglichst vermieden, hingegen besonderer Wert darauf gelegt worden, tunlichst mechanisch richtig aufgebaute Formeln einfachster Art aufzustellen, die einen Weiterausbau dem Fortschritt der Wissenschaft entsprechend zulassen. Den Grundsätzen wahrer Erkenntnis entsprechend ist dabei eine maßvolle Vereinigung von Empirie und Rationalität auf der Grundlage eines positiven Kritizismus angestrebt worden.

Bestimmung des Zentrifugalmomentes einer Dreiecksfläche.

Von Prof. Ramisch (Breslau).

Durch den Schwerpunkt S eines Dreiecks mit den Ecken A_1, A_2 und A_3 ist ein rechtwinkeliges Koordinatenkreuz mit den Achsen X und Y gelegt, und es sind x_1, y_1, x_2, y_2 und x_3, y_3 die Koordinaten der bezüglichen Eckpunkte. Bezeichnet man mit F den Inhalt des Dreiecks, so ist das Zentrifugalmoment desselben in bezug auf das angegebene Koordinatenkreuz:

$$T = \frac{F}{12} \cdot (x_1 \cdot y_1 + x_2 \cdot y_2 + x_3 \cdot y_3).$$

Um dies nachzuweisen, lege man durch S eine beliebige Gerade, die mit dem positiven Teile der x-Achse den Winkel α bildet und nenne e_1, e_2 und e_3 die Abstände der bezüglichen Eckpunkte von dieser Geraden, so ist, wie wir im Heft 6, Jahrgang 1912, nachgewiesen haben:

$$J = \frac{F}{12} \cdot (e_1^2 + e_2^2 + e_3^2).$$

Es ist jedoch $e_1 = y_1 \cdot \cos\alpha - x_1 \cdot \sin\alpha$; $e_2 = y_2 \cdot \cos\alpha - x_2 \cdot \sin\alpha$ und $e_3 = y_3 \cdot \cos\alpha - x_3 \cdot \sin\alpha$, und es entsteht hierdurch:

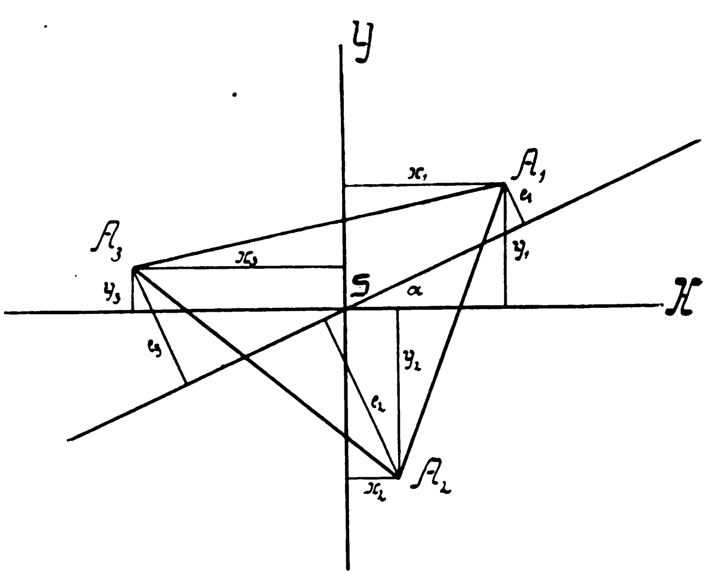
$$J = \frac{F}{12} \cdot [(y_1 \cdot \cos\alpha - x_1 \cdot \sin\alpha)^2 + (y_2 \cdot \cos\alpha - x_2 \cdot \sin\alpha)^2 + (y_3 \cdot \cos\alpha - x_3 \cdot \sin\alpha)^2],$$

oder auch:

$$J = \frac{F}{12} \cdot [(y_1^2 + y_2^2 + y_3^2) \cdot \cos^2 \alpha + (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2) \cdot \\ \cdot \sin^2 \alpha - (x_1 \cdot y_1 + x_2 \cdot y_2 + x_3 \cdot y_3) \cdot \sin 2\alpha].$$

Es ist jedoch $\frac{F}{12} \cdot (y_1^2 + y_2^2 + y_3^2)$ das Trägheitsmoment J_x des Dreiecks in bezug auf die X-Achse, $\frac{F}{12} \cdot (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2)$ das Trägheitsmoment J_y des Dreiecks in bezug auf die Y-Achse, und man hat daher auch:

$$J = J_x \cdot \cos^2 \alpha + J_y \cdot \sin^2 \alpha - \frac{F}{12} \cdot \\ \cdot (x_1 \cdot y_1 + x_2 \cdot y_2 + x_3 \cdot y_3) \sin 2\alpha.$$



Nach einem bekannten Satze ist

$$J = J_x \cdot \cos^2 \alpha + J_y \cdot \sin^2 \alpha - T \cdot \sin 2\alpha,$$

und deshalb ist endlich

$$T = \frac{F}{12} \cdot (x_1 \cdot y_1 + x_2 \cdot y_2 + x_3 \cdot y_3).$$

Bei Anwendungen ist auf die Vorzeichen der Koordinaten zu achten.

Für ein anderes rechtwinkeliges Koordinatenkreuz, dessen Achsen zu den des vorigen parallel liegen sollen, seien a und b die Koordinaten des Schwerpunktes und a_1, b_1, a_2, b_2 und a_3, b_3 die Koordinaten der drei Eckpunkte A_1, A_2 und A_3.

Wenn wir die Vorzeichen mit Rücksicht auf unsere Figur beachten, so ist

$$T = \frac{F}{12} \cdot (x_1 \cdot y_1 - x_2 \cdot y_2 + x_3 \cdot y_3)$$

oder auch:

$$T = \frac{F}{12} \cdot [(a_1 - a) \cdot (b_1 - b) - (a_2 - a)(b - b_2) - \\ - (a - a_3)(b_3 - b)]$$

oder auch nach kleiner Umformung:

$$T = \frac{F}{12} \cdot [a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + a_3 \cdot b_3 - b \cdot (a_1 + a_2 + a_3) - \\ - a(b_1 + b_2 + b_3) + 3ab].$$

Es ist jedoch $a_1 + a_2 + a_3 = 3a$ und $b_1 + b_2 + b_3 = 3b$, und so entsteht weiter:

$$T = \frac{F}{12} \cdot [a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + a_3 \cdot b_3 - 3ab].$$

Das Zentrifugalmoment des Dreiecks in bezug auf das neue Koordinatenkreuz ist bekanntlich

$$T_1 = T + F \cdot ab.$$

Also entsteht:

$$T_1 = \frac{F}{12} \cdot (a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + a_3 \cdot b_3) - \frac{F}{4} ab + F \cdot ab,$$

d. h.

$$T_1 = \frac{F}{12} \cdot (a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + a_3 \cdot b_3) + \frac{3}{4} F \cdot ab = \\ = \frac{F}{12} \cdot (a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + a_3 \cdot b_3 + 9ab).$$

Beachten wir die Werte für a und b, so hat man auch:

$$T_1 = \frac{F}{12} \cdot (a_1 \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + a_3 \cdot b_3 + (a_1 + a_2 + a_3) \\ (b_1 + b_2 + b_3)).$$

Verwendet man diesen Ausdruck zur Berechnung von T_1, so sind die Koordinaten des Dreiecksschwerpunktes entbehrlich.

Graphische Tafeln für Eisenbetonträger.

Von W. Vieser, Ingenieur (Triest).

Vorliegende graphische Darstellungen ermöglichen die rasche und genaue Berechnung von auf Biegung beanspruchten, einfach armierten Platten, Balken und Plattenbalken aus Eisenbeton. Die Tafeln können zur Dimensionierung und zur Spannungsermittelung verwendet werden.

Diese graphische Darstellungen wurden nach den Grundsätzen der Nomographie entworfen. Da die Verwendung der Tafeln ohne Kenntnis der Nomographie möglich ist, wird auf die Theorie dieser graphischen Darstellungen nicht eingegangen. Zur graphischen Darstellung kamen die bekannten aus den Gleichgewichtsbedingungen hervorgehenden Formeln. Da also keine Näherungsformeln verwendet wurden, sondern die Formeln der Vorschriften, erübrigt sich die Herleitung derselben; verwendet wurde $n = 15$. Die dargestellten Formeln gehen nach Einsetzung der verwendeten Variablen direkt aus den Gleichgewichtsbedingungen hervor.

Die Methoden der Nomographie haben eine übersichtliche und hinreichend genaue Darstellung ermöglicht. Besondere Sorgfalt wurde auf die Wahl geeigneter Maßstäbe verwendet. Zur Anwendung kamen logarithmische Punktskalen in Verbindung mit Kurvenscharen auf logarithmischen Liniensystemen. Ein besonderer Vorteil der logarithmischen Skalen ist die gleichbleibende relative Genauigkeit; dadurch konnten in äußerst gedrängter Darstellung alle in Betracht kommenden Größen mit ihren praktisch begrenzten Zahlenwerten veranschaulicht werden.

Beschreibung der Tafeln.

Jede der vier Tafeln besteht aus drei logarithmischen Skalen und einem Graphikon. Die Tafeln I und II bzw. III und IV hätten gemeinsam zur Darstellung gebracht werden können unter Verwendung einer gemeinsamen Höhenskala. Mit Rücksicht auf die Genauigkeit wurde jedoch eine getrennte Darstellung gewählt; hierbei wurden verschiedene Maßstäbe für die Höhenskalen verwendet.

Es bezeichnet:

M das Biegungsmoment in ^{mt},
b die Breite des Querschnittes in ^{m},
h die Nutzhöhe des Querschnittes in ^{cm} (bis zum Schwerpunkt der Zugarmierung),

d die Plattenstärke in ^{cm},
σ_e die Eisenzugspannung,
σ_b die Betondruckspannung,
$\alpha = \frac{\sigma_e}{\sigma_b}$;
f_e den Eisenquerschnitt in $^{cm^2}$,
$\varphi = \frac{f_e}{b\,h} \cdot 100 \cdot$ Armierungsprozent,
$M^{mt} = C \cdot b^{\,m} \cdot h^{\,cm^2} \cdot \sigma_e^{\,t/cm^2}$, hierbei ist C eine Funktion von $\frac{d}{h}$ und α, ebenso φ.

Der Bereich der einzelnen Variablen ist folgender

$$C \ \ldots\ 1 \cdot 10^{-3} - 10 \cdot 10^{-3}$$
$$\alpha \ \ldots\ 10 - 70$$
$$\frac{d}{h} \ \ldots\ 0{,}10 - 0{,}40$$
$$\frac{M^{\,mt}}{b^{\,m} \cdot \sigma_e^{\,t/cm^2}} = 0{,}1 - 100$$
$$f_e \ \ldots\ 1 - 100^{\,cm^2}$$
$$\sigma_b \ \ldots\ 15 - 100^{\,kg}/_{cm^2}.$$

Tafel I und II.

Tafel I enthält das Graphikon der Variablen α, $\frac{d}{h}$ und C und die logarithmischen Skalen für C, $\frac{M}{b\,\sigma_e}$ und h.

Die Skalen für $\frac{M}{b\,\sigma_e}$ und h sind abgesetzt, wodurch die Einheit der Teilung größer gewählt werden konnte.
Es entsprechen sich immer auf gleichen Seiten der Bezugslinie liegende Werte.
Wird der Zahlenwert von h auf der linken (bzw. rechten) Seite abgelesen, dann entspricht diesem Wert der auf der linken (bzw. rechten) Seite der Skala $\frac{M}{b\,\sigma_e}$ vorhandene Wert.

Tafel II enthält die logarithmischen Skalen für h, f_e und φ und das Graphikon der Variablen α, $\frac{d}{h}$ und φ.

Für Platten und Balken gelangt statt der Kurve $\frac{d}{h}$ die Einhüllende dieser Kurvenscharen zur Verwendung.

Die Tafeln I und II eignen sich zur Spannungsberechnung und zur Dimensionierung.

Tafel III und IV.

Diese beiden Tafeln sind hauptsächlich zur Dimensionierung bestimmt. Es ist hierbei statt der Variablen α σ_b eingeführt worden. Dadurch kann man direkt die Werte der Betondruckspannungen ablesen; hierbei ist $\sigma_e = 1000\,^{kg}/_{cm^2}$. Die Tafel kann aber auch für andere Spannungen verwendet werden.

Tafel III enthält das Graphikon der Variablen σ_b, $\frac{d}{h}$ und C und die Skalen für C, $\frac{M}{b}$ und h.

Die Skalen $\frac{M}{b}$ und h sind abgesetzt wie in der Tafel I.

Tafel IV enthält die Punktskalen für h, f_e und φ und das Graphikon der Variablen φ, σ_b und $\frac{d}{h}$.

Für Platten und Balken gilt die Einhüllende der Kurven $\frac{d}{h}$.

Erläuterung.

Verwendung der logarithmischen Skalen.

Die geradlinige Verbindung eines Punktes einer Skala mit einem Punkte einer zweiten gibt im Schnitt mit der dritten Skala den dazu gehörigen Wert.

Die Verbindung kann durch Anlegen eines Lineals oder einer auf einem Pauspapier aufgetragenen Geraden geschehen.

Tafel I.

1. Vorgang im Falle der Dimensionierung. Gegeben sind M, b, d (bei Plattenbalken), σ_e und σ_b; mit dem Rechenschieber eingestellt

$$\frac{\sigma_e}{\sigma_b} = \alpha; \text{ und } \frac{d}{h}; \ (h \text{ gewählt}) \text{ und } \frac{M}{b\,\sigma_e}.$$

Die Wagerechte im Schnitt dieser Linien α und $\frac{d}{h}$ gibt den Wert C auf der C-Skala.

Dieser verbunden mit $\frac{M}{b\,\sigma_e}$ auf der „M“-Skala gibt auf der „h“-Skala den Wert h.

2. Im Falle der Spannungsermittelung gegeben α*) d, h, M, b, f_e.

$$\sigma_e \text{ und } \sigma_b; \text{ eingestellt } \frac{d}{h} \text{ und } \frac{M}{b}.$$

Die Wagerechte durch den Schnittpunkt der Linien $\frac{d}{h}$ und α gibt den Wert C auf der „C“-Skala; dieser Wert, mit h auf der h-Skala verbunden, liefert auf der „M“-Skala den entsprechenden Wert $\frac{M}{b\,\sigma_e}$, woraus:

$$\sigma_e = \frac{M}{b} : \frac{M}{b\,\sigma_e}$$
$$\sigma_b = \frac{\sigma_e}{\alpha}.$$

Tafel II.

a) Im Falle der Dimensionierung

gegeben: M, d, h, b; σ_e und σ_b,
berechnet: $\frac{d}{h}$ und $\alpha = \frac{\sigma_e}{\sigma_b}$.

Die Wagerechte durch den Schnittpunkt der „$\frac{d}{h}$“ und der „α“-Kurve liefert auf der „φ“-Skala den Wert φ. Dieser geradlinig verbunden mit h gibt im Schnittpunkt mit der „f_e“-Skala den Wert f_e (für die Breite $1^{\,m}$); der wirkliche Wert der Armierung ist dann $f_e \cdot b$.

b) Im Falle der Spannungsermittelung

gegeben: M, b, h, $d \cdot f_e$,
berechnet: $\frac{f_e}{b}$ und $\frac{d}{h}$.

Der Punkt $\frac{f_e}{b}$ auf der f_e-Skala geradlinig verbunden mit „h“ auf der „h“-Skala gibt im Schnittpunkt mit der „φ“-Skala den Wert „φ“. Die Wagerechte durch diesen Punkt gibt im Schnittpunkt der „$\frac{d}{h}$“-Linie den Wert „α“.

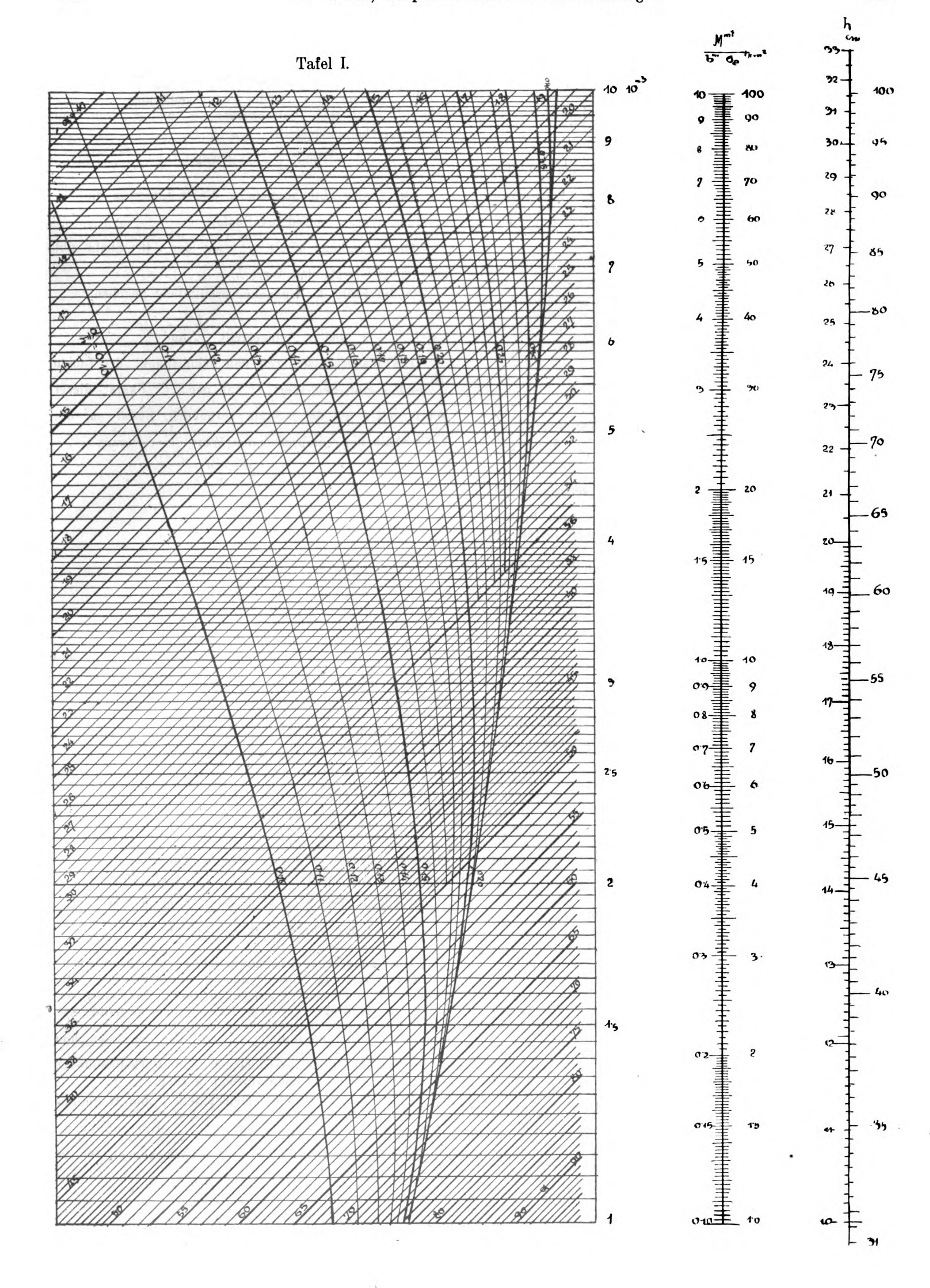
Der weitere Vorgang ist bereits unter Ib angegeben.

Die Tafeln III und IV ermöglichen eine rasche Dimensionierung für eine Eisenspannung von $1000\,^{kg}/_{cm^2}$ und beliebige Betondruckspannungen dadurch, daß statt der Variablen α direkt σ_b in dem Graphikon enthalten ist, so daß auch die Einstellung $\frac{\sigma_e}{\sigma_b}$ entfällt. Es kann hier leicht der Einfluß der verschiedenen Betondruckspannungen auf die Konstruktionshöhe verfolgt werden.

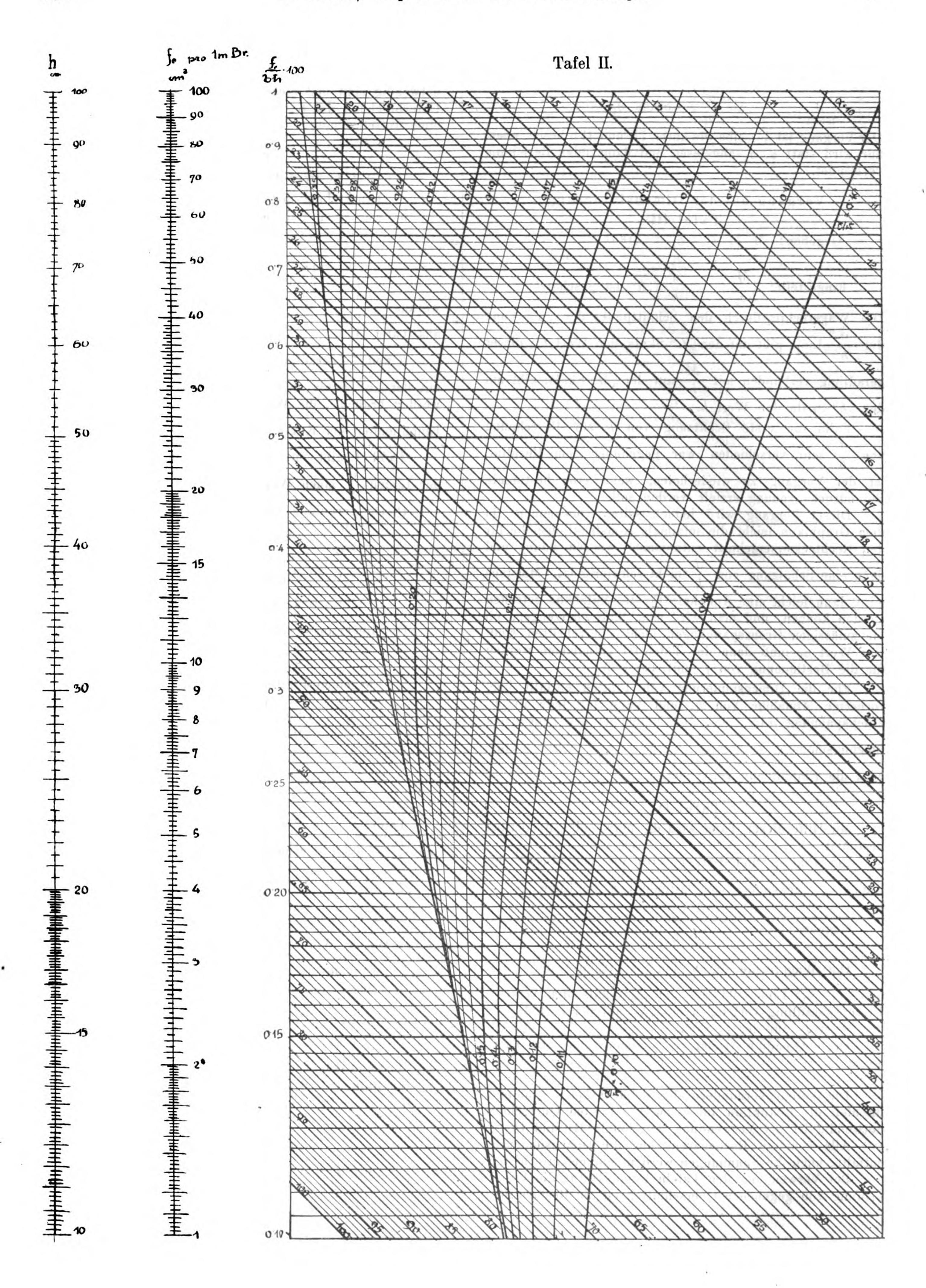
Die Tafeln sind den beiden Tafeln I und II ähnlich konstruiert, nur sind statt der $\alpha = \frac{\sigma_e}{\sigma_b}$-Kurven, die σ_b-Linien eingezeichnet. Auch diese Tafeln können für die

*) Den Wert α liefert Tafel II, siehe später.

Tafel I.



Tafel II.



Spannungsermittelung verwendet werden. Der Wert der Betondruckspannung ist dann gleich der aus den Tafeln ermittelten, multipliziert mit dem Verhältnis der Eisenzugspannung zu 1000 $^{kg}/_{cm^2}$, da:

$$\underset{\text{konst.}}{\alpha} = \frac{\sigma_e}{\sigma_b} = \frac{\sigma_e'}{\sigma_b'}, \text{ woraus } \sigma_b' = \sigma_b \cdot \frac{\sigma_e'}{\sigma_e}.$$

Der Vorgang ist derselbe wie unter I b und II b beschrieben, nur wird statt α, σ_b abgelesen und dann obige Beziehung verwendet.

Vorgang bei der Dimensionierung.

Tafel III.

Gegeben: $M, b, d \qquad \sigma_e = 1000$

$\sigma_b \qquad ?\ f_e$ und h.

Eingestellt: $\frac{M}{b\,\sigma_e}$; $\quad \frac{d}{h}$ („h" ist geschätzt).

Die Wagerechte durch den Schnittpunkt der „σ_b"- und der „$\frac{d}{h}$"-Linie gibt auf der „C"-Skala den Wert C; dieser geradlinig verbunden mit $\frac{M}{b}$ auf der „M"-Skala, gibt auf der „h"-Skala den Wert h.

Falls die erste Schätzung von h zur Berechnung von $\frac{d}{h}$ sehr verschieden war gegenüber dem Resultat, ist der Vorgang zu wiederholen, wenn eine bestimmte Betondruckspannung erzielt werden soll.

Dieser Vorgang wird jedoch selten vorkommen, da dem Graphikon leicht die minimale Konstruktionshöhe für den Rechtecksquerschnitt entnommen werden kann, und dann eine Schätzung von $\frac{d}{h}$ nicht schwierig ist. Meistens wird dann leicht eine Annahme für die Nutzhöhe getroffen werden können, und man wird sich bloß überzeugen, ob die zulässigen Grenzspannungen nicht überschritten sind. Der Wert σ_b muß dann der Tafel III entnommen werden für die Bestimmung von f_e mit Tafel IV.

Für die Dimensionierung von Platten entfällt jede vorherige Annahme von h, und kann für jede Betondruckspannung (15—50) die Nutzhöhe bei gegebenem Biegungsmoment entnommen werden. Statt der $\frac{d}{h}$-Linie wird die Einhüllende verwendet.

Tafel IV.

Mit Hilfe dieser Tafel wird die notwendige Armierung bestimmt.

Bei Platten und Balken wird die Einhüllende der Linien $\frac{d}{h}$ verwendet, bei Plattenbalken die Linie $\frac{d}{h}$.

Gegeben: $\qquad h,\ \frac{d}{h};\ \sigma_b$.

Die Wagerechte durch den Schnittpunkt der „$\frac{d}{h}$"- und der „σ_b"-Linie gibt auf der „φ"-Skala den Wert φ. Dieser geradlinig verbunden mit „h" auf der h-Skala gibt den Wert f_e auf der f_e-Skala.

Die notwendige Armierung ist dann b mal dem Tafelwerte f_e.

Die Tafeln vermindern die Rechenarbeit bedeutend, da bloß die Reduktion auf einen 1 ^{m} breiten Querschnitt notwendig ist bei Verwendung der Tafeln III und IV.

Alle sonstige Rechenarbeit für die Dimensionierung entfällt; auch die Spannungen werden sehr genau erhalten.

Bei Verwendung der Tafeln I und II für die Ueberprüfung von gegebenen Querschnitten ist die Rechenarbeit etwas größer, indem bei Platten vier, bei Plattenbalken fünf Rechenschiebereinstellungen notwendig werden. Die gewöhnliche Art der Spannungsermittelung ist bedeutend zeitraubender und umständlich, da viele Rechenoperationen notwendig sind und dieselbe nur bei großer Uebung ohne Unterbrechung des Rechnens mit dem Rechenschieber und ohne Aufschreibung von Zwischenresultaten möglich ist.

Beispiele.

A. Mit Verwendung der Tafeln I und II.

1. Ermittelung der Spannungen.

a) Für einen Balken

$b = 65^{cm}$, h (Nutzhöhe bis zum Schwerpunkt des Eisens),

$h = 72^{cm}$,

$f_e = 37{,}98^{cm^2}$, $\quad M = 23{,}79^{mt}$,

woraus: $\frac{M}{b} = 36{,}6^{mt}$, $\quad \frac{f_e}{b} = 58{,}4^{cm^2}$

aus Tafel II.

h und $\frac{f}{b}$ geradlinig verbunden geben im Schnittpunkte mit der „φ"-Skala den Wert φ (der nicht abgelesen zu werden braucht), die Wagerechte gibt im Schnitt mit der Einhüllenden der Kurven $\frac{d}{h}$ den Wert $\alpha = 23{,}8$.

Tafel I gibt mit $\alpha = 23{,}8$ und der Einhüllenden der Linien $\frac{d}{h}$ einen Wert C.

Dieser geradlinig verbunden mit $h = 72$ gibt

$$\frac{M}{b\,\sigma_e} = 36{,}8,$$

$$\sigma_e = \frac{36{,}6}{36{,}8} = 995\ ^{kg}/_{cm^2},$$

$$\sigma_b = 41{,}8\ ^{kg}/_{cm^2} \left(\frac{995}{23{,}8}\right).$$

Die Rechnungswerte sind genau

$$\sigma_e = 1000\ ^{kg}/_{cm^2},$$

$$\sigma_b = 42\ ^{kg}/_{cm^2}.$$

b) Für einen Plattenbalken

$b = 1{,}60^{m}$, $\quad d = 10^{cm}$, $\quad$ Nutzhöhe $h = 50^{cm}$,

$M = 16{,}2^{mt}$, $\quad f_e = 37{,}62^{cm^2}$,

$\frac{d}{h} = 0{,}20$, $\quad \frac{M}{b} = 10{,}13^{mt}$, $\quad \frac{f_e}{b} = 23{,}5^{cm^2}$,

berechnet: $\left.\begin{array}{l} x = 16{,}8^{cm} \\ \sigma_e = 942 \\ \sigma_b = 31{,}8 \end{array}\right\}$ zur Kontrolle.

Tafel II. Die Wagerechte durch den aus $h = 50^{cm}$ und $\frac{f_e}{b} = 23{,}5^{cm}$ erhaltenen Wert φ schneidet die Linie $\frac{d}{h} = 0{,}20$ beim Wert $\alpha = 29{,}7$.

Tafel I. $\alpha = 29{,}7$ und $\frac{d}{h} = 20$ gibt einen Wert „C". Dieser Wert auf der „C"-Skala verbunden mit $h = 50$ schneidet die „M"-Skala beim Wert $\frac{M}{d\,\sigma_e} = 10{,}8$.

$$\sigma_e = \frac{10{,}13}{10{,}8} = 938\ ^{kg}/_{cm^2},$$

$$\sigma_b = \frac{938}{29{,}7} = 31{,}6\ ^{kg}/_{cm^2}.$$

2. Dimensionierung.

a) Balken:

$M = 18{,}4^{mt}$, $\quad b = 80^{cm}$, $\quad \sigma_e = 800\ ^{kg}/_{cm^2}$,

$\sigma_b = 32\ ^{kg}/_{cm^2}$, $\quad ?\ h$ und f_e.

$$\alpha = \frac{800}{32} = 25,$$

$$\frac{M^{mt}}{b^{m} \cdot \sigma_e^{\ t/cm^2}} = \frac{18{,}40}{0{,}80 \cdot 0{,}800} = 28{,}75.$$

Aus der Tafel I. Für $\alpha = 25$ und die Einhüllende der Linien $\frac{d}{h}$ erhält man einen Punkt C. Die Gerade durch diesen Wert auf der C-Skala und $\frac{M}{b\sigma_e} = 28{,}75$ auf der M-Skala scheidet die h-Skala in $h = 66^{\text{cm}}$ (Nutzhöhe).

Aus der Tafel II erhält man für $\alpha = 35$ und die Einhüllende der $\frac{d}{h}$ einen Wert φ. Dieser liefert durch geradlinige Verbindung mit $h = 66^{\text{cm}}$ den Wert $\frac{f_e}{b} = 49{,}5^{\text{cm}^2}$, die Armierung ist daher

$$f_e = 49{,}5 \cdot 0{,}80 = 39{,}6^{\text{cm}^2}.$$

Kontrolle durch Rechnung:

$M = 18{,}4^{\text{mt}}$, $b = 80^{\text{cm}}$, $h = 66^{\text{cm}}$, $f_e = 39{,}6^{\text{cm}^2}$,

$x = 24{,}75^{\text{cm}}$,

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot 1\,840\,000}{(66{,}0 - 8{,}25)\ 80 \cdot 24{,}75} = 32{,}2^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2},$$

$$\sigma_e = \frac{1\,840\,000}{(66{,}0 - 8{,}25) \cdot 39{,}6} = 806^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}.$$

b) Plattenbalken:

$M = 14{,}2^{\text{mt}}$, $b = 2{,}20^{\text{m}}$, $d = 8^{\text{cm}}$,

$\sigma = 1200^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$, $\sigma_b = 30^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$, ? h und f_e.

$$\frac{M^{\text{mt}}}{b^{\text{m}} \cdot \sigma_e^{\text{t/cm}^2}} = \frac{14{,}20}{2{,}20 \cdot 1{,}200} = 5{,}38,$$

$$\frac{\sigma_e}{\sigma_b} = \frac{1200}{30} = 40, \qquad \frac{d}{h} = \frac{8}{45} = 0{,}178.$$

Der Wert $\frac{d}{h}$ muß durch Schätzung der Höhe ermittelt werden. Das Graphikon liefert $h_{\min}$ für den Rechtecksquerschnitt: $h_{\min} = 41{,}5^{\text{cm}}$, danach $h = 45$ geschätzt.

Aus der Tafel I für

$$\alpha = 40, \qquad \frac{d}{h} = 0{,}178, \qquad \frac{M}{b\sigma_e} = 5{,}38,$$

erhält man $h = 44{,}1^{\text{cm}}$.

Mit diesem Wert liefert Tafel II:

$$\frac{f_e}{b} = 13{,}2^{\text{cm}^2}, \qquad f_e \cdot b = 13{,}2 \cdot 2{,}20 = 29{,}0^{\text{cm}^2}.$$

Kontrolle durch Rechnung:

$M = 14{,}20^{\text{mt}}$, $b = 2{,}20^{\text{m}}$, $d = 8^{\text{cm}}$, $h = 44{,}1^{\text{cm}}$

$f_e = 29{,}00^{\text{cm}^2}$,

$x = 11{,}95$, $x - y = 3{,}33$,

$$\sigma_e = \frac{1\,420\,000}{(44{,}1 - 3{,}33)\ 29{,}0} = 1200^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2},$$

$$\sigma_b = 1200 \cdot \frac{11{,}95}{15 \cdot 32{,}15} = 29{,}8^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}.$$

B. Verwendung der Tafeln III und IV.

Diese beiden Rechentafeln sind für $\sigma_e = 1000^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$ berechnet und vornehmlich zur Dimensionierung bestimmt.

a) Balken:

$M = 4{,}60^{\text{mt}}$, $b = 40^{\text{cm}}$, $\sigma_b = 32^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$, $\sigma_e = 1000^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$,

? h und f_e.

Aus der Tafel III:

$$\text{für } \frac{M}{b} = \frac{4{,}60}{0{,}40} = 11{,}50^{\text{mt}},$$

$$h = 50{,}0^{\text{cm}}.$$

Mit Tafel IV erhält man:

$$\frac{f_e}{b} = 25{,}8^{\text{cm}^2}, \qquad f_e = 25{,}8 \cdot 0{,}40 = 10{,}32^{\text{cm}^2}.$$

Kontrolle:

$x = 16{,}15$,

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot 460{,}000}{(50{,}0 - 5{,}38)\ 40 \cdot 16{,}15} = 31{,}9^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2},$$

$$\sigma_e = \frac{460{,}000}{(50{,}0 - 5{,}38)\ 10{,}32} = 1000^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}.$$

b) Plattenbalken:

1. $M = 2{,}13^{\text{mt}}$, $b = 96^{\text{cm}}$, $d = 6^{\text{cm}}$,

$\sigma_e = 1000^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$, $\sigma_b = 25^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$,

berechnet: $\frac{M}{b} = \frac{2{,}13}{0{,}96} = 2{,}22$,

$\frac{d}{h} = \frac{6}{28} = 0{,}214$,

geschätzt: ($h_{\min}$ aus Tafel III $26{,}7^{\text{cm}}$).

Tafel III. $h = 27{,}3^{\text{cm}}$ (Nutzhöhe).

Tafel IV. $\frac{f_e}{b} = 8{,}80$, $f_e = 8{,}80 \cdot 0{,}96 = 8{,}45^{\text{cm}}$.

Kontrolle:

$M = 2{,}13^{\text{mt}}$, $b = 96^{\text{cm}}$, $h = 27{,}3^{\text{cm}}$, $d = 6^{\text{cm}}$,

$f_e = 8{,}45^{\text{cm}^2}$,

$x = 7{,}4^{\text{cm}}$, $x - y = 2{,}32^{\text{cm}}$,

$$\sigma_e = \frac{213\,000}{(27{,}3 - 2{,}32)\ 8{,}45} = 1006^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2},$$

$$\sigma_b = 1006 \cdot \frac{7{,}40}{15 \cdot 19{,}9} = 24{,}9^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}.$$

2. $M = 28{,}40^{\text{mt}}$, $d = 9^{\text{cm}}$, $b_b = 2{,}00^{\text{m}}$,

$\sigma_b = 38^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$, $\sigma_e = 1000^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$,

berechnet: $\frac{M}{b} = \frac{28{,}40}{2{,}00} = 14{,}20^{\text{mt}}/_{\text{m}}$

aus dem Graphikon $h_{\min}$ für den Rechtecksquerschnitt oder $d = x$, $h_{\min} = 49$,

$\frac{d}{h} = \frac{9}{55} = 0{,}163$, h geschätzt.

Tafel I. $h = 57^{\text{cm}}$.

Tafel II. Für $\frac{d}{h_{\text{cor.}}} = \frac{9}{57} = 0{,}158$ und $\sigma_b = 33$,

$$\frac{f_e}{b} = 26{,}7^{\text{cm}^2}, \qquad f_e = 26{,}7 \cdot 2{,}00 = 53{,}4^{\text{cm}^2}.$$

Kontrolle:

$M = 28{,}40^{\text{mt}}$, $d = 9^{\text{cm}}$, $h = 57^{\text{cm}}$, $b = 200^{\text{cm}}$,

$f_e = 53{,}4^{\text{cm}^2}$.

$x = 20{,}66^{\text{cm}}$, $x - y = 4{,}00^{\text{cm}}$,

$$\sigma_e = \frac{2\,840\,000}{(57{,}0 - 4{,}00)\ 53{,}4} = 1004^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2},$$

$$\sigma_b = 1004 \cdot \frac{20{,}66}{15 \cdot 36{,}34} = 38{,}08^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}.$$

Beispiele für die Verwendung der Tafel III und IV, falls σ_e $1000^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$.

1. Beispiel zur Dimensionierung.

Es muß hierbei eine Reduktion der gewünschten Betonspannung stattfinden, und zwar entsprechend folgender Gleichung:

$$\frac{\sigma_e'}{\sigma_b'} = \frac{\sigma_e}{\sigma_b}, \qquad \sigma_b' = \sigma_b \cdot \frac{\sigma_e'}{\sigma_e}, \qquad \sigma_e' = 1000^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}.$$

Statt der Kurve σ_b muß die Kurve $\sigma_b' = \sigma_b \cdot \frac{1000}{\sigma_e}$ verwendet werden.

Gegeben: $M = 22{,}6^{\text{mt}}$, $b = 1{,}70^{\text{m}}$, $d = 12^{\text{cm}}$,

$\sigma_b = 28^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$, $\sigma_e = 820^{\text{kg}}/_{\text{cm}^2}$,

? h und f_e.

Berechnet: $\frac{M^{\text{mt}}}{b\,\sigma_e^{\text{t/cm}^2}} = \frac{22{,}60}{1{,}70 \cdot 0{,}82} = 16{,}20$,

$\sigma_b' = 28 \cdot \frac{1000}{820} = 34{,}2$ (Tafelwert).

Aus dem Graphikon $h_{\min} = 56^{\text{cm}}$ für den Rechtecksquerschnitt $\frac{d}{h} = \frac{12}{60} = 0{,}200$

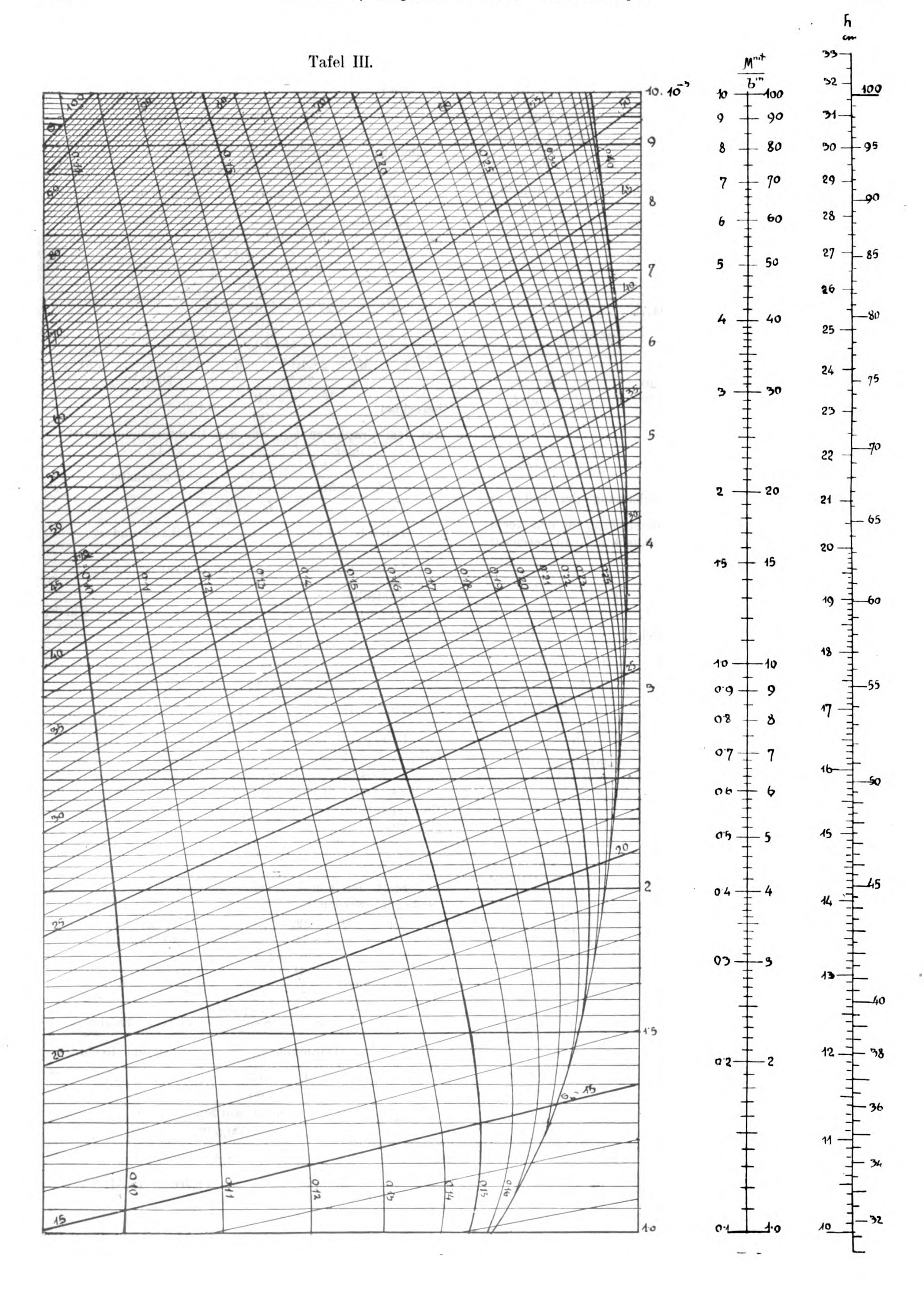
(wobei $h = 60^{\text{cm}}$ geschätzt wurde).

Tafel III. $h = 60{,}5^{\text{cm}}$.

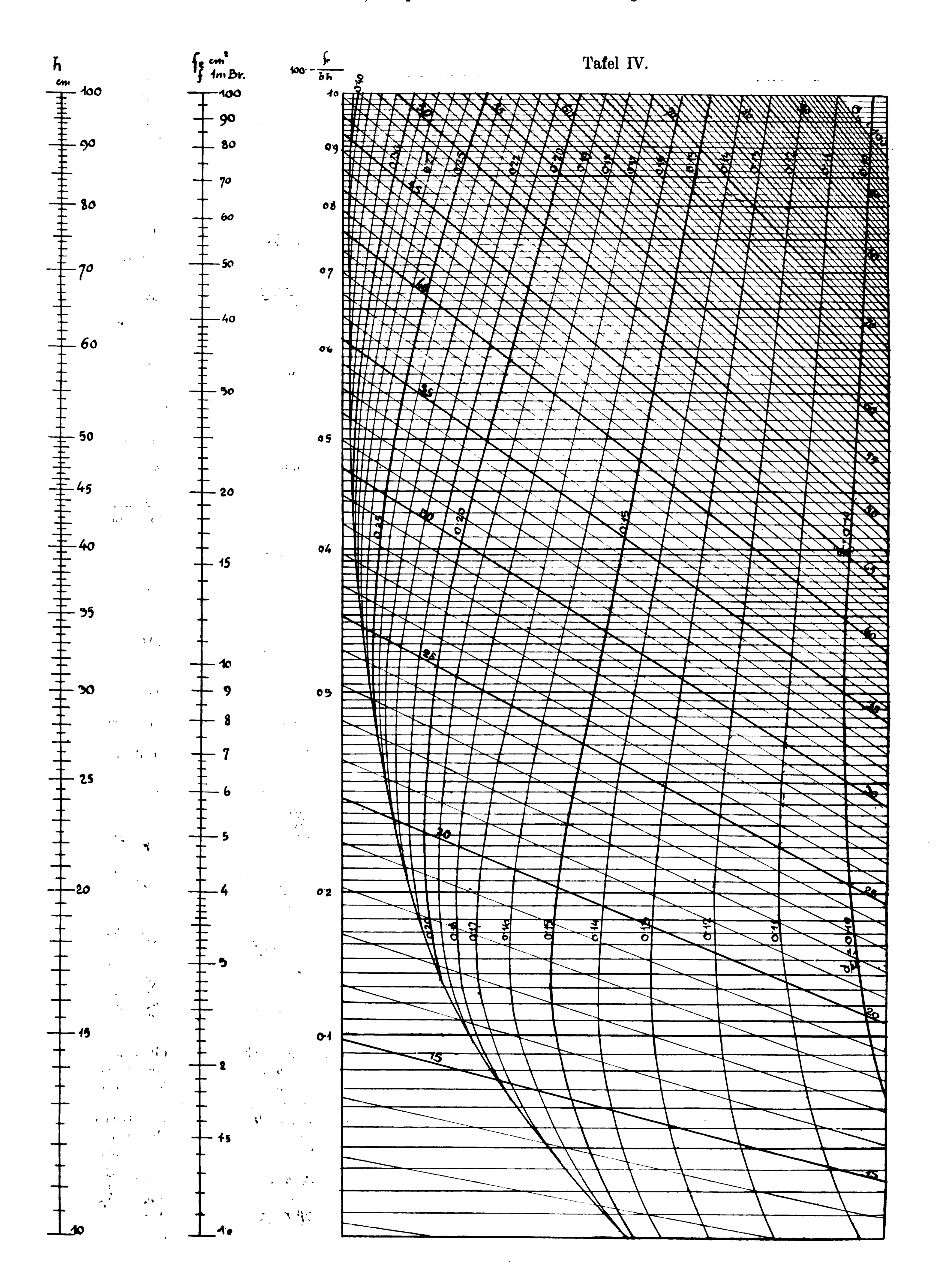
Tafel IV. $\frac{fe}{b} = 29{,}2$,

woraus: $f_e = 29{,}2 \cdot 1{,}70 = 49{,}64^{\text{cm}^2}$.

Tafel III.



Tafel IV.



Kontrolle:

$M = 22{,}60^{\,\mathrm{mt}}, \quad b = 1{,}70^{\,\mathrm{m}}, \quad d = 12^{\,\mathrm{cm}}, \quad h = 60{,}5^{\,\mathrm{cm}},$

$f_e = 49{,}64^{\,\mathrm{cm}^2},$

$x = 20{,}5^{\,\mathrm{cm}}, \quad x - y = 5{,}18^{\,\mathrm{cm}},$

$$\sigma_e = \frac{2\,260\,000}{(60{,}5 - 5{,}18)\,49{,}64} = 824\ \mathrm{kg/cm^2},$$

$$\sigma_b = 824 \cdot \frac{20{,}5}{15 \cdot 400} = 28{,}15\ \mathrm{kg/cm^2}.$$

2. Beispiel für die Spannungsermittelung.

Es kann die Spannungsermittelung analog vorgenommen werden wie bei Verwendung der Tafeln I und II. Der Tafelwert σ_b' ist jedoch nicht die wirkliche Spannung, sondern es ist

$$\sigma_b = \sigma_b' \frac{\sigma_e}{\sigma_e'} = \sigma_b' \frac{\sigma_e}{1000}.$$

Statt des Wertes α wird also σ_b' der Tafel IV entnommen.

Gegeben:

$M = 8{,}90^{\,\mathrm{mt}}, \quad b = 1{,}20^{\,\mathrm{m}}, \quad d = 7^{\,\mathrm{cm}},$

$h = 46^{\,\mathrm{cm}}, \quad f_e = 24{,}00^{\,\mathrm{cm}^2}.$

Tafel IV:

für $\dfrac{f_e}{b} = \dfrac{24{,}00}{1{,}20} = 20{,}00\ \mathrm{cm^2},$

und $\dfrac{d}{h} = \dfrac{7}{46} = 0{,}152\ \mathrm{cm^2},$

$\sigma_b' = 36{,}5\ \mathrm{kg/cm^2}.$

Tafel III:

für $\dfrac{M}{b} = \dfrac{8{,}90}{1{,}20} = 7{,}42$ und $h = 46^{\,\mathrm{cm}}$

und $\dfrac{d}{h} = 0{,}152, \quad \sigma_b' = 36{,}5$

ergibt sich $\dfrac{M}{b\,\sigma_e} = \mathbf{8{,}60},$

$$\sigma_e = \frac{\dfrac{M}{b}}{\dfrac{M}{b\,\sigma_e}} = \frac{7{,}42}{8{,}60} = 862\ \mathrm{kg/cm^2},$$

$$\sigma_b = 36{,}5 \cdot \frac{862}{1000} = 31{,}5\ \mathrm{kg/cm^2}.$$

Kontrolle:

$M = 8{,}90^{\,\mathrm{mt}}, \quad b = 1{,}20^{\,\mathrm{m}}, \quad d = 7^{\,\mathrm{cm}}, \quad h = 46^{\,\mathrm{cm}},$

$f_e = 24{,}60^{\,\mathrm{cm}^2}.$

$x = 16{,}25^{\,\mathrm{cm}}, \quad x - y = 3{,}18,$

$$\sigma_e = \frac{890\,000}{(46 - 3{,}18) \cdot 24{,}00} = 866\ \mathrm{kg/cm^2},$$

$$\sigma_b = 866 \cdot \frac{16{,}25}{15 \cdot 29{,}75} = 31{,}6\ \mathrm{kg/cm^2}.$$

Der Vollständigkeit halber möchte ich noch erwähnen, daß die Tafeln I und II auch für andere Werte als $n = 15$ verwendet werden können; es muß bloß folgende Beziehung berücksichtigt werden:

$$\frac{\alpha}{n} = \frac{\alpha'}{n'}, \qquad \alpha' = \alpha \cdot \frac{n'}{n}.$$

Das Verhältnis $\sigma_e : \sigma_b \ (= \alpha)$ muß also noch mit $\dfrac{n'}{n}$ multipliziert werden, und dieser so reduzierte Wert α wird verwendet.

Allen durchgeführten Beispielen wurden zum Vergleich die durch genaue Berechnung gefundenen Spannungen beigefügt.

Der Vergleich zeigt die große Genauigkeit dieser nomographischen Darstellungen.

Ueber Trägheitsmomente von Dreiecken und dreiseitigen Pyramiden.

Von Dipl.-Ing. N. Profiri (Charlottenburg).

Im Jahrgang 1912, S. 465, dieser Zeitschrift sagt Professor Ramisch (Breslau):

„Das äquatorielle Trägheitsmoment einer Dreiecksfläche für eine beliebige in seiner Ebene liegende Schwerachse findet man wie folgt: Man nenne F den Inhalt des Dreiecks und bilde die Abstände der drei Eckpunkte A, B und C des Dreiecks von der Schwerachse und bezeichne sie der Reihe nach mit l_1, l_2 und l_3, so ist das betreffende Trägheitsmoment:

$$J = \frac{1}{12} F\,(l_1^2 + l_2^2 + l_3^2).\text{“}$$

Man kann diese Gleichung sehr leicht von einem Reyeschen Satze [1]) ableiten, ebenso wie Mohr es für einen ähnlichen Fall im „Civilingenieur“ [2]) durchgeführt hat.

Der Satz lautet:

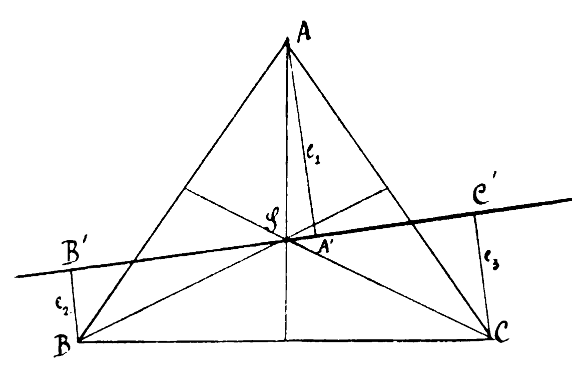
Man kann jede ebene, endliche Fläche F durch drei oder mehrere Massenpunkte in der Ebene so ersetzen, daß das Trägheitsmoment der Punkte in bezug auf jede Achse mit demjenigen der Fläche übereinstimmt. Dies ist offenbar der Fall, wenn

1. **die Masse der Punkte zusammen gleich F ist,**
2. **ihr Schwerpunkt mit demjenigen von F zusammenfällt und wenn**
3. **ihre Trägheitsmomente in bezug auf drei beliebige Schwerpunktsachsen mit den Trägheitsmomenten der Fläche übereinstimmen.**

[1]) Vgl. „Zeitschrift für Mathematik und Physik“, Jahrgang 1865, S. 433—455, und „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure“, Jahrgang 1875, S. 401.

[2]) „Der Civilingenieur“, Jahrgang 1887, S. 50—51.

Ein Dreieck von der Fläche F kann durch n-Punkte von der Masse $\dfrac{F}{n}$ ersetzt werden: es wird nämlich jedem Eckpunkte A, B und C die Masse $\dfrac{F}{n}$ und dem Schwerpunkte S die Masse $(n - 3) \cdot \dfrac{F}{n}$ beigelegt. Da die ersten



beiden Bedingungen augenscheinlich erfüllt sind, so ist nur zu beweisen, daß die Trägheitsmomente in bezug auf die zu den Dreiecksseiten parallel gerichteten Schwerpunktsachsen übereinstimmen.

Bezeichnet man mit h die Höhe des Dreiecks in bezug auf eine der Seiten, so ist das Trägheitsmoment des Dreiecks F in bezug auf die Schwerpunktsachse $x\,x$

$$J_{xx} = \frac{1}{18} F \cdot h^2$$

und das Trägheitsmoment der n-Massenpunkte in bezug auf dieselbe Achse

$$J'_{xx} = \frac{F}{n}\left(\frac{2}{3}h\right)^2 + 2\,\frac{F}{n}\left(\frac{h}{3}\right)^2$$

$$J'_{xx} = \frac{2}{3}\cdot\frac{F}{n}\,h^2.$$

Damit diese zwei Trägheitsmomente übereinstimmen, muß sein

$$\frac{1}{18}\,F\cdot h^2 = \frac{2}{3}\,\frac{F}{n}\,h^2$$

also

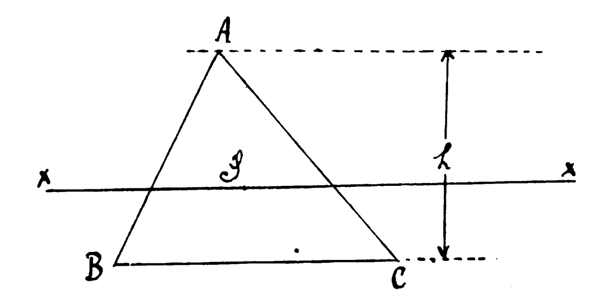
$$n = 12.$$

Zu vorstehendem bemerkt Herr Professor Ramisch:

Man kann mit dem Reyeschen Satze nicht nur das Trägheitsmoment eines Dreiecks in bezug auf eine beliebige Schwerlinie ableiten, wie es von Herrn Dipl.-Ing. Profiri geschehen ist, sondern auch das Zentrifugalmoment in bezug auf zwei beliebige senkrecht zueinander stehenden Schwerachsen x und y. Zu dem Zweck lege man durch den Dreiecksschwerpunkt eine beliebige Gerade L, die mit der x-Achse den Winkel α bilden soll, und bezeichne die Trägheitsmomente in bezug auf die Achsen x und y und die Gerade L bzw. mit J_x, J_y und J, so ist bekanntlich:

$$J = J_x\cdot\cos^2\alpha + J_y\cdot\sin^2\alpha - T_{xy}\cdot\sin 2\alpha.$$

Da das Dreieck und das System die Massenpunkte J, J_x und J_y gemeinschaftlich haben, so haben sie auf Grund dieser Gleichung auch das Zentrifugalmoment T_{xy} in bezug auf die Achsen x und y gemeinschaftlich.



Sind demnach die Koordinaten der Dreiecksecken (x_1, y_1), (x_2, y_2) und (x_3, y_3), so ist das Zentrifugalmoment des Systemes der Massenpunkte in bezug auf die Achsen x und y

$$T_{xy} = \frac{F}{12}\cdot(x_1\cdot y_1 + x_2\cdot y_2 + x_3\cdot y_3)$$

und daher ist dies auch das Zentrifugalmoment des Dreiecks in bezug auf dieselben Achsen x und y.

Ramisch.

Berechnung des Zweigelenkbogens und des gelenklosen Bogens auf zeichnerischem Wege unter Verwendung des Castiglianoschen Satzes für beliebige Belastungen.

Von Dipl.-Ing. Hans Barkhausen, Regierungs-Bauführer (Charlottenburg).

Kapitel I.

Einleitung.

Zweck der vorliegenden Abhandlung soll es sein, für den Zweigelenkbogen, vor allen Dingen aber für den gelenklosen Bogen, einfache Formeln zu bestimmen, ohne die Ergebnisse den Ungenauigkeiten und Vereinfachungen zu unterwerfen, die bis jetzt vielfach gemacht worden sind, die aber, namentlich bei großen Pfeilverhältnissen der untersuchten Bauwerke, zu nicht unerheblichen Fehlern (s. Anmerkung S. 267) geführt haben. Bei den Formeln, von denen man in den meisten Fällen bis jetzt in der Praxis ausging, um die statisch unbestimmten Größen des Zweigelenkbogens und des gelenklosen Bogens zu bestimmen, wurden die auf Seite 265 angegebenen Vereinfachungen 1—4 angenommen. Diese wurden vorgenommen, weil man für die Praxis zu einfachen Formeln gelangen mußte, um die Berechnung solcher Bauwerke in genügend rascher, einfacher Weise zu ermöglichen.

Durch die hier abgeleiteten Formeln soll es möglich gemacht werden, für beliebige geometrische Formen von Bauwerken in allgemeiner Weise die statisch unbestimmten Größen so zu berechnen, daß es wesentlich besser den an die Genauigkeit zu stellenden Anforderungen genügt:

Die gewöhnlich gemachten Annahmen waren die folgenden:

1. Der Pfeil des Bogens ist gering im Verhältnis zur Spannweite des Bogens.
2. Die Höhe des Querschnittes des Bogens ist im Verhältnis zum Krümmungsradius des Bogens sehr klein.
3. Die Normalkraft im Bogen wird hinsichtlich der Formänderung, wenn sie überhaupt berücksichtigt wird, an jeder Stelle gleich dem Schube des Bogens gesetzt.
4. Die Querkräfte des Bogens werden hinsichtlich der Formänderung vollkommen vernachlässigt.

Zu diesen vier Punkten mögen die folgenden Anmerkungen gemacht werden:

Zu Punkt 1: Diese Annahme wird in all den Verfahren gemacht, die an Stelle der Bogenachse eine Parabel setzen. Nun weicht aber, namentlich bei stark überhöhten Bogen, die Achse oft sehr erheblich von der Parabelform ab, so daß also nicht unwesentliche Ungenauigkeiten entstehen würden. Das hier ermittelte Verfahren wird dagegen für jede beliebige geometrische Bogenform in voller Schärfe gültig sein.

Die unter 1 gemachte Annahme ist namentlich in letzter Zeit hinfällig geworden, wo wir durch den aufblühenden Eisenbetonbau vor Aufgaben gestellt werden, die die Durcharbeitung besonders hoher Rahmenbildungen, deren Pfeil von der Spannweite oft nur wenig verschieden ist, erforderlich machen. Infolge der geringen Pfeilhöhe war es früher möglich, bei Einteilung der untersuchten Bogen in lotrechte Streifen, die Länge der Bogenachsteile ds gleich ihren Horizontalprojektionen dx zu setzen, ohne wesentliche Fehler zu begehen.

Bei großer Pfeilhöhe muß aber ds beibehalten werden, wie es übrigens auch schon bei einigen Verfahren, z. B. dem von Schönhöfer angewandten, geschehen ist, da dann die Abweichung von ds gegenüber dx und damit auch die sich daraus ergebende Aenderung des Schubes erheblich wird; man kann dies leicht ersehen, wenn man für einen stark überhöhten Bogen im Gegensatz zu einem flachen Bogen einmal ein Seileck zeichnet aus Lasten $y\,ds$, das andere Mal aus Lasten $y\,dx$.

Zu Punkt 2: In dieser Annahme, die auch bei dem hier verwandten Verfahren beibehalten werden wird, liegt für gekrümmte Träger, — und gerade um solche handelt es sich hier ja, — eine Ungenauigkeit und zwar aus folgendem Grunde: In der Entwickelung der Formeln wird in hervorragender Weise der Castiglianosche Satz verwandt werden, daß sich bei statisch unbestimmten Bauwerken die statisch unbestimmten Größen für einen bestimmten Ruhezustand so entwickeln, daß der Differentialquotient der Formänderungsarbeit, genommen nach einer statisch unbestimmten Größe, gleich 0 wird, die Formänderungsarbeit also einen minimalen Wert annimmt; Voraussetzung hierfür ist, daß der Angriffspunkt der statisch unbestimmten Kraft seine Lage nicht verändert. Zur Herstellung der Größe der Formänderungsarbeit wird dann die Spannungsverteilung über einen Querschnitt nach geradlinigem Gesetze angenommen.

Diese Annahme ist berechtigt, wenn der Krümmungshalbmesser des Bogens wesentlich groß ist gegenüber der Höhe des Bogens. Im allgemeinen trifft diese Annahme nun bei den hier in Frage kommenden Bauwerken zu und in all diesen Fällen wird die unter 2. gemachte Annahme zu Recht bestehen. Falsch wird sie nur bei besonders gebildeten Rahmenformen, wo an den Eckstellen manchmal scharfe Krümmungen auftreten. Hier müßte also eigentlich zu Verfahren gegriffen werden, wie sie z. B. bei der Berechnung der Lasthaken verwandt werden. Diese sind aber recht umständlich und bei Bauwerken größerer Abmessung wohl kaum verwendbar, weshalb Annahme 2 allgemein beibehalten werden soll. Die sich hieraus ergebenden Ungenauigkeiten werden im allgemeinen nur geringer Natur sein.

Zu Punkt 3: Zu diesem Punkte ist wenig zu bemerken;*) es ist klar, daß die Längskraft nur so lange gleiche Größe über den ganzen Bogen hin hat, als der Bogen keine sehr erhebliche Ueberhöhung besitzt. Bei sehr stark überhöhten Bogen dagegen nimmt die Längskraft so veränderliche Werte an, daß hierauf Rücksicht genommen werden muß, und so ist im folgenden die Längskraft auch entsprechend ihrer tatsächlichen Größe und veränderlich angenommen worden.

Zu Punkt 4: Diese Annahme ist berechtigt, denn erfahrungsgemäß ist der Einfluß der Querkraft auf die statisch unbestimmten Größen so klein, daß er vernachlässigt werden kann. Diese Annahme wird also auch hier gemacht werden. Gesagt sei nur, daß es mit leichter Mühe möglich sein würde, auch die Querkräfte in ganz ähnlicher Weise einzuführen, wie es mit den Längskräften geschehen wird. Eine Verschiedenheit der Endergebnisse würde sich aber nur in praktisch ganz unmerklichem Maße ergeben.

Zum Schlusse werde der Vollständigkeit halber noch erwähnt, daß bei den nun folgenden Untersuchungen noch eine Vernachlässigung vorgenommen ist, die aber nur schwer zu entbehren ist. Für das geometrische Netz des zu untersuchenden Bauwerkes sind nämlich die Aenderungen des Bauwerkes infolge der Belastung unberücksichtigt geblieben, so daß also das Bauwerk nach der Belastung dasselbe bleibt, wie vor der Belastung. Daß diese Annahme nicht zutrifft, liegt klar auf der Hand, wir kennen aber in der modernen Statik, abgesehen von Berechnungen von Müller-Breslau, die jedoch sehr verwickelt sind, keinen genügend einfachen Weg, um die hieraus sich ergebenden Ungenauigkeiten, die übrigens allerkleinster Natur und Größen zweiter Ordnung sind, zu vermeiden.

*) Genaue Ermittelungen über die Größe der infolge ungenauer Verfolgung der Längskraft entstehenden Fehler sind in dem Aufsatze von Dr. Binder „Ueber den Einfluß der Vernachlässigung der Axialkraft", der in der „Allgem. Deutschen Bauzeitung" 1910, S. 51, erschienen ist, enthalten.

Nachdem so die allgemeinen Gesichtspunkte der Arbeit durchgesprochen und erledigt sind, kann nun in den beiden folgenden Kapiteln dazu übergegangen werden, die Formeln für den Zweigelenkbogen und den gelenklosen Bogen abzuleiten.

Kapitel II.

Ableitung der Formel des Schubes für den Zweigelenkbogen aus lotrechten und wagerechten Lasten.

Wie schon in der Einleitung angedeutet, handelt es sich in dieser Untersuchung darum, für irgendwie gebildete Bogenformen, also z. B. für stark überhöhte Rahmen oder andere unregelmäßige Gebilde, die einen im Verhältnis zur Spannweite großen Pfeil besitzen, wie sie jetzt im Eisenbetonbau häufig vorkommen, eine einfache und zugleich genaue Darstellung der statisch unbestimmbaren Größe, also des wagerechten Schubes X zu finden. Berücksichtigt werden sollen hierbei die Einflüsse der Momente und der Längskräfte, und zwar der Längskräfte ohne irgendwelche vereinfachende Bedingungen. Zuerst soll die Gleichung des Schubes X allgemein abgeleitet und später dann gezeigt werden, wie die entstehende Gleichung in einfacher Weise sowohl für lotrechte wie für wagerechte Lasten durch Herstellung nur einer Seillinie ausgebeutet werden kann. In einem späteren Kapitel soll das angegebene Verfahren dann auf ein beliebiges Bauwerk angewandt werden.

Um ganz allgemein vorzugehen, werde ein irgendwie geformter Rahmen angenommen, dessen Mittellinie durch die Bestimmung gegeben ist, daß der Winkel α, den dieselbe in jedem Punkte gegen die Wagerechte annimmt, einem beliebigen, aber bekannten Gesetze unterliegt. Dieser seiner geometrischen Form nach bekannte Rahmen werde nun zunächst nach Abb. 1 mit einer senkrechten Last

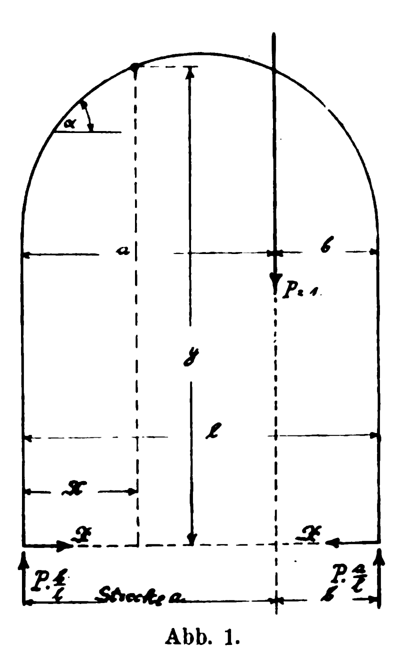


Abb. 1.

$P = 1$ belastet und nun der Satz Castiglianos: $\frac{\delta A i}{\delta X} =$ angewandt, worin $\frac{\delta A i}{\delta X}$ den Differentialquotienten der Formänderungsarbeit des gesamten Bauwerkes aus Momenten und Längskräften nach der statisch unbestimmbaren Größe X, in diesem Falle also dem Schube, der in der Verbindungslinie der beiden Lagerpunkte angreift, bedeutet.

Die Kraft P ruft in den Widerlagern den Schub X und die lotrechten Auflagerdrücke des Balkens auf zwei

Stützen $\frac{Pb}{l}$ und $\frac{Pa}{l}$ hervor, wenn die Bezeichnungen der Abb. 1 angewandt werden. Für die Strecke $0 < x < a$, d. i. bis zum Angriffspunkte der lotrechten Last P wird nun das Moment:

$$M_x = \frac{Pb}{l} x - Xy,$$

worin die Bezeichnung der Hebel aus Abb. 1 zu entnehmen ist.

$$\frac{\delta M_x}{\delta X} = -y$$

Die Längskraft S ist im Angriffspunkte der Last P gleich

$$S = -X \cos\alpha - \frac{Pb}{l} \sin\alpha,$$

$$\frac{\delta S}{\delta X} = -\cos\alpha.$$

Nach den bekannten Formeln der Formänderungsarbeit aus Moment und Längskraft:

$$A_i(M) = \int \frac{M^2 ds}{2EJ}$$

$$A_i(S) = \int \frac{S^2 ds}{2EF}$$

ergibt sich als Beitrag des Stückes a zum Differentialquotienten der Formänderungsarbeit nach X:

$$\text{I)} \quad \int_0^a -P\frac{b}{l}\cdot\frac{yx\,ds}{EJ} + \int_0^a \frac{Xy^2 ds}{EJ} + \int_0^a \frac{X\cos^2\alpha\, ds}{EF} + $$
$$+ \int_0^a \frac{Pb}{l}\,\frac{1}{EF}\, ds \cos\alpha \sin\alpha,$$

Genau so ergibt sich für den Teil b des Bogens rechts von der durch P belasteten Stelle:

$$\text{II)} \quad \int_0^b -\frac{Pa}{l}\,\frac{xy\,ds}{EJ} + \int_0^b \frac{Xy^2 ds}{EJ} + \int_0^b \frac{X\cos^2\alpha\, ds}{EF} + $$
$$+ \int_0^b \frac{Pa}{l}\,\frac{1}{EF}\, ds \sin\alpha\cos\alpha.$$

Die Bezeichnung der Hebel x und y für Gleichung I) und II) geht wieder aus Abb. 1 hervor.

Bei der Ausrechnung dieser Formeln liegt nun die Schwierigkeit vor, die sich bei der Berechnung jedes Bauwerkes ergibt, daß mit den unbekannten Größen J und F, die ja gerade erst ermittelt werden sollen, gerechnet werden muß. Es bleibt also vielfach nichts anderes übrig, als J

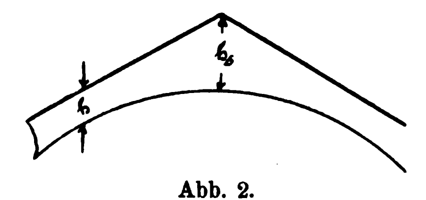


Abb. 2.

und demzufolge auch F möglichst genau nach schon vorhandenen Bauwerken zu schätzen und dann nach erfolgter Rechnung die Richtigkeit der Annahme zu prüfen. In manchen Fällen wird es aber auch möglich sein, statt der absoluten Größe der Trägheitsmomente nur Verhältniszahlen einzuführen, nämlich dann, wenn die Gestalt und die Ausbildung des Bauwerkes schon ein klares Bild des Verlaufes der Trägheitsmomente ergeben. So lautet z. B. bei steinernen homogenen Bogen gleicher Breite für J die Formel $J = ch^3$, d. h. das Trägheitsmoment wechselt mit der dritten Potenz der Bogenhöhe. Ist also J_s das Trägheitsmoment im Scheitel, J das Trägheitsmoment an der untersuchten Stelle, so ist $\frac{J_s}{J} = \frac{h_s^3}{h^3}$, wenn h_s Scheitelhöhe und h Höhe im untersuchten Punkte ist (s. Abb. 2).

Für einen Vollwandblechbogen ist $J = \frac{\delta H^3}{12} + {}^1\!/_2\, fh^2$.

Die Bezeichnungen gehen aus Abb. 3 hervor. Sind also die Gurte über die ganze Länge des Bogens gleich, wie es aus Konstruktionsrücksichten oft geschieht, und dient die Wand nur zur Verbindung der beiden Gurte, so kann mit genügender Genauigkeit gesetzt werden

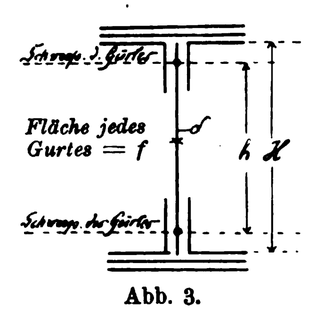


Abb. 3.

$\frac{J_s}{J} = \frac{h_s^2}{h^2}$, wie es z. B. in dem Zahlenbeispiele des Zweigelenkbogens geschehen wird. In solchen Fällen hat die Einführung von J_s also den Vorteil, daß man keine tatsächlichen Zahlenwerte, die nachher doch nicht genau stimmen werden, sondern nur Verhältniszahlen einzusetzen braucht, die man praktisch als richtig bezeichnen darf.

Entsprechende Ueberlegungen sind für die Wahl von F bzw. das veränderliche Verhältnis $\frac{J_s}{F}$ maßgeblich.

Nach dem anfangs angeführten Castiglianoschen Satze müssen nun die Werte I) und II) addiert und ihre Summe gleich Null gesetzt werden. Aus dieser Gleichung ist dann X zu bestimmen. Vorher werde aber noch der gesamte Ausdruck mit E multipliziert, wodurch E fortfällt. Dies darf allerdings nur geschehen, wenn E für alle Teile des Bogens gleich groß angenommen werden kann, der Bogen also durchweg aus dem gleichen oder doch einem sich bezüglich E ähnlich verhaltenden Baustoffe hergestellt wird.

$$\int_0^a -P\frac{b}{l}\, xy\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_0^a Xy^2 ds\,\frac{J_s}{J} + \int_0^a X\cos^2\alpha\, ds\,\frac{J_s}{F} +$$
$$+ \int_0^a \frac{Pb}{l} \sin\alpha\cos\alpha\, ds\,\frac{J_s}{F} + \int_0^b -\frac{Pa}{l}\, x'y\,ds\,\frac{J_s}{J} +$$
$$+ \int_0^b Xy^2 ds\,\frac{J_s}{J} + \int_0^b X\cos^2\alpha\, ds\,\frac{J_s}{F} +$$
$$+ \int_0^b \frac{Pa}{l}\, ds \sin\alpha\cos\alpha\,\frac{J_s}{F} = 0.$$

Die Lösung dieser Gleichung nach X ergibt:

$$\text{III)} \quad X = \frac{P\left[\int_0^a y\,ds\,\frac{J_s}{J}\,\frac{x}{l}\, b + \int_0^b y\,ds\,\frac{J_s}{J}\,\frac{x}{l}\, a\right] + \frac{Pb}{l}\,\frac{J_s}{F}\int_0^a ds \sin\alpha\cos\alpha + P\,\frac{a}{l}\,\frac{J_s}{F}\int_0^b ds\sin\alpha\cos\alpha}{\int_0^l y^2\,\frac{J_s}{J}\, ds + \int_0^l \cos^2\alpha\, ds\,\frac{J_s}{F}}.$$

Damit ist also die allgemeine Formel des Schubes für eine lotrechte Einzellast gefunden. Genau so wird nun in kurzer Weise die Formel für eine wagerechte Last abgeleitet werden, wobei fast alle bis jetzt gemachten Erwägungen ihre Gültigkeit behalten, und dann wird zu der Deutung dieser beiden gefundenen Formeln übergegangen werden.

Für wagerechte Lasten wird nach Abb. 4, die wieder die geometrische Mittellinie des Bauwerkes darstellt, für das Stück a links vom Angriffspunkte der wagerechten Last P:

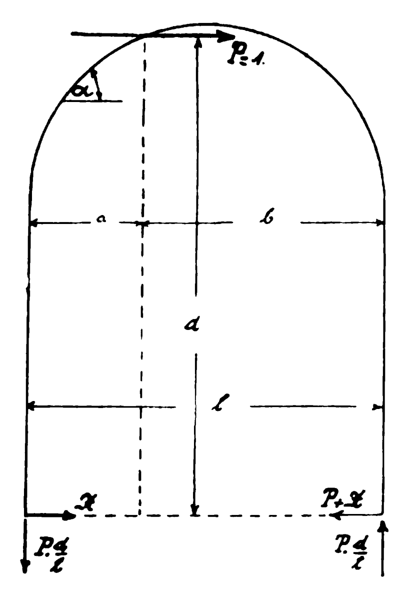


Abb. 4.

$$M_x = -\frac{Pd}{l}\,x - Xy, \qquad \frac{\delta M_x}{\delta X} = -y.$$

Die Längskraft S ist in jedem Punkte:

$$S = -X\cos\alpha + \frac{Pd}{l}\sin\alpha, \qquad \frac{\delta S}{\delta X} = -\cos\alpha.$$

Als Beitrag zum Differentialquotienten der Formänderungsarbeit aus Moment und Längskraft erhält man also für das Stück a:

$$\text{IV)}\int_0^a \frac{Pd}{l}\,xy\,ds\,\frac{1}{EJ} + \int_0^a \frac{Xy^2\,ds}{EJ} + \int_0^a \frac{X\,ds\cos^2\alpha}{EF} - \int_0^a \frac{Pd}{l}\sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{1}{EF}.$$

Für das Stück b rechts vom Angriffspunkte der wagerechten Last erhält man:

$$M_x = \frac{Pd}{l}\,x - Py - X\cdot y,$$

$$\frac{\delta M_x}{\delta X} = -y$$

$$S = -(P + X)\cos\alpha - \frac{Pd}{l}\sin\alpha,$$

$$\frac{\delta S}{\delta X} = -\cos\alpha.$$

Als Beitrag des rechten Stückes b zum Differentialquotienten der Formänderungsarbeit ergibt sich danach:

$$\text{V)}\quad \int_0^b -\frac{Pd}{l}\,xy\,ds\,\frac{1}{EJ} + \int_0^b \frac{Py^2\,ds}{EJ} + \int_0^b \frac{Xy^2\,ds}{EJ} + \int_0^b \frac{P\,ds}{EF}\cos^2\alpha + \int_0^b X\,ds\cos^2\alpha\,\frac{1}{EF} + \int_0^b \frac{Pd}{l}\sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{1}{EF}.$$

Werden nun wieder die Ausdrücke IV) und V) addiert und ihre Summe gleich Null gesetzt, nachdem vorher mit J_s und E multipliziert ist, so erhält man:

$$-\frac{Pd}{l}\left\{\int_0^a -xy\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_0^b y\,ds\,x'\,\frac{J_s}{J}\right\} + \int_0^l Xy^2\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_0^l X\,ds\cos^2\alpha\,\frac{J_s}{F} + \int_0^b Py^2\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_0^b \frac{Pd}{l}\sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} + \int_0^b P\,ds\cos^2\alpha\,\frac{J_s}{F} - \int_0^a \frac{Pd}{l}\sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} = 0.$$

Die Lösung nach X ergibt hiernach für eine wagerechte Einzellast

$$\text{VI)}\ X = \frac{\frac{Pd}{l}\left\{\int_0^a -y\,\frac{J_s}{J}\,x\,ds + \int_0^b y\,\frac{J_s}{J}\,x'\,ds\right\} - P\int_0^b y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} - P\int_0^b ds\cos^2\alpha\,\frac{J_s}{F} + \frac{Pd}{l}\int_0^a \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} - \frac{Pd}{l}\int_0^b \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F}}{\int_0^l y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_0^l ds\cos^2\alpha\,\frac{J_s}{F}}.$$

Deutung der Gleichungen III) und VI).

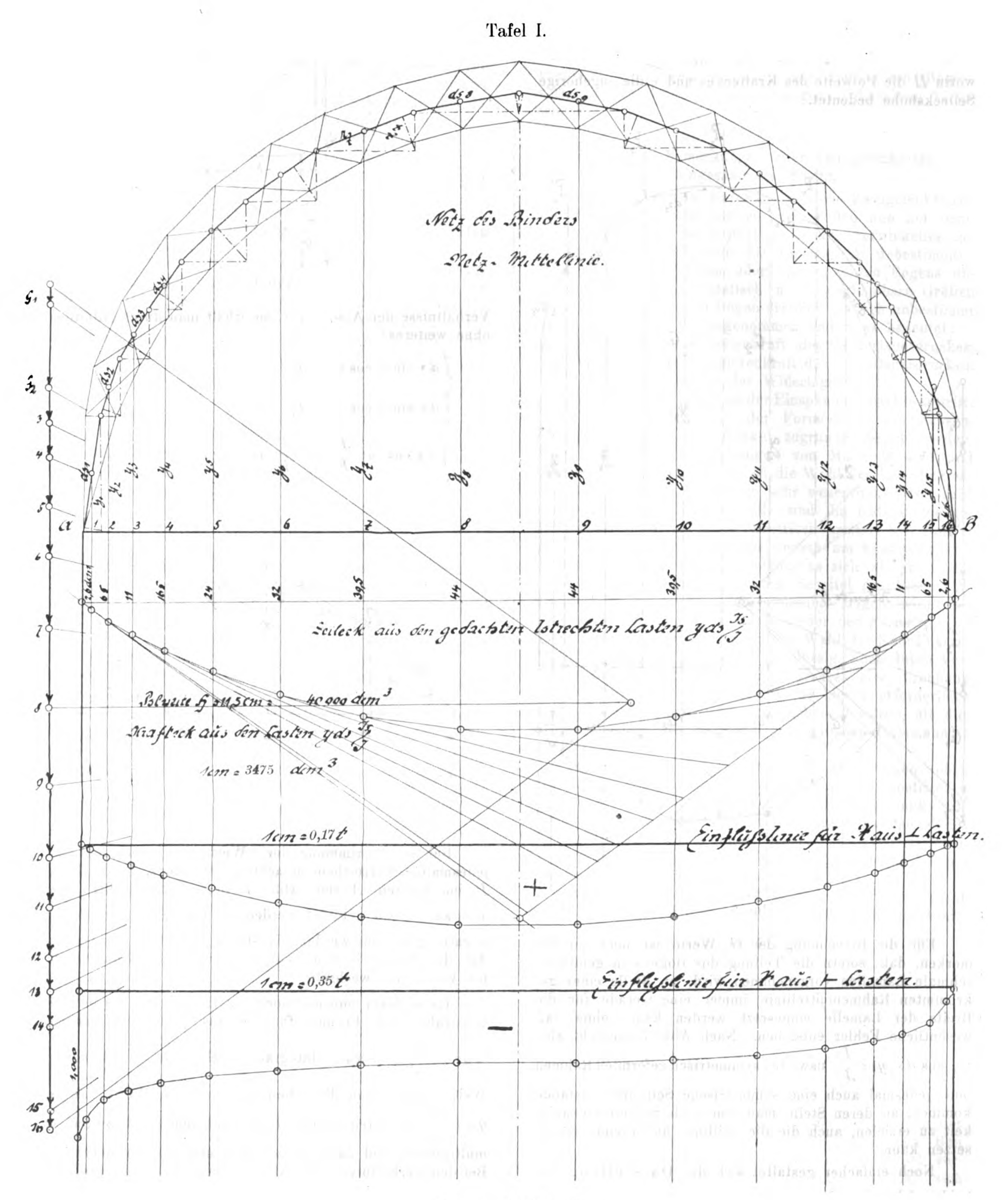
Zur Ausnutzung der beiden Gleichungen wird der ganze Rahmen bzw. die geometrische Mittellinie des Rahmens in die Abschnitte ds eingeteilt.

Die Wahl dieser Abschnitte ds erfolgt nach rein praktischen Gesichtspunkten und ist von Fall zu Fall so vorzunehmen, daß ds, ohne daß Fehler entstehen, noch als gerade Strecke aufgefaßt werden kann.

Die Werte $y\,ds$ multipliziert mit dem Trägheitsverhältnis $\frac{J_s}{J}$ werden nun als Lasten aufgefaßt, die jedesmal im Halbierungspunkte von ds angreifen. Diese Lasten $y\,ds\,\frac{J_s}{J}$ mögen mit G_n bezeichnet werden. Bei dieser Auffassungsweise stellen wie bekannt die beiden ersten Glieder der Gleichung III) $\int_0^a y\,ds\,\frac{J_s}{J}\,\frac{x}{l}\,b$ und $\int_0^b y\,ds\,\frac{J_s}{J}\,\frac{x}{l}\,a$ nichts anderes dar, als das statische Moment eines Trägers auf zwei Stützen, der mit den Lasten $y\,ds\,\frac{J_s}{J}$ belastet ist. Um diese beiden Integrale darzustellen, die die hauptsächlichen Beiträge des Ausdruckes für X sind, hat also weiter nichts zu geschehen, als daß aus den G_n-Werten mit beliebigem, aber bekanntem Polabstand ein Seileck gezeichnet wird (Abb. 5). Nach den Lehren der Statik ist dann das statische Moment an der jedesmaligen Laststelle gleich der Höhe des Seileckes unter der Last gemessen in cm multipliziert mit dem Polabstand des Kraftecks gemessen in kg. Auf diese Weise sind die beiden ersten Integrale leicht und ohne großen Zeitaufwand herzustellen.

Bei diesen Ueberlegungen würde also der Wert der beiden bis jetzt untersuchten Integrale, wenn die Verhältnisse der Abb. 5 angenommen werden, die eine Belastung

Tafel I.



Längenmaßstab 1 : 175.

durch vier lotrechte Lasten P_1—P_4 voraussetzt, sich nach folgender Gleichung ergeben:

$$\int_0^a y\,ds\,\frac{J_s}{J}\,\frac{x}{l}\,b + \int_0^b y\,ds\,\frac{J_s}{J}\,\frac{x}{l}\,a =$$
$$= H\,[\eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \eta_4],$$

worin H die Polweite des Kraftecks und η die zugehörige Seilleckshöhe bedeutet.

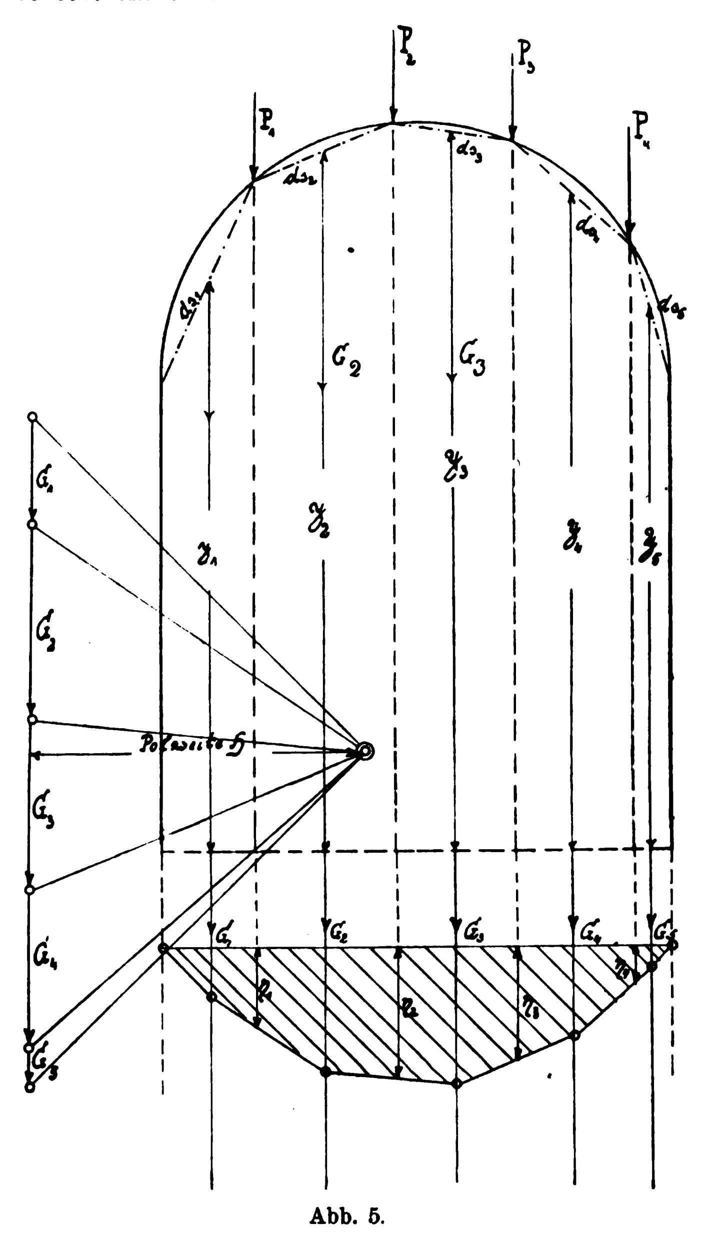


Abb. 5.

Für die Berechnung der G_n-Werte ist noch zu bemerken, daß, sofern die Teilung des Bogens in genügend schmale Lamellen vorgenommen wird, an Stelle einer gekrümmten Rahmenmittellinie immer eine Gerade für die Breite der Lamelle eingesetzt werden kann, ohne daß wesentliche Fehler entstehen. Nach Abb. 5 entsteht also G_1 aus $ds_1\,y_1\,\frac{J_s}{J_1}$ usw. Bei symmetrisch geformten Rahmen muß jedesmal auch eine symmetrische Seilkurve zustande kommen, an deren Stelle man, um noch größere Genauigkeit zu erzielen, auch die die Seillinie umhüllende Kurve setzen kann.

Noch einfacher gestaltet sich die Darstellung der beiden folgenden Integrale des Zählers $\int_0^a ds \sin\alpha\cos\alpha$ und $\int_0^b ds \sin\alpha\cos\alpha$ und ebenso des Integrales des Nenners $\int_0^l \cos^2\alpha\,ds$. Hat man eine Strecke ds der Neigung α, so erhält man nach Abb. 6 ohne weiteres t gleich $ds \sin\alpha\cos\alpha$ und r gleich $ds\cos^2\alpha$. Liegen also die

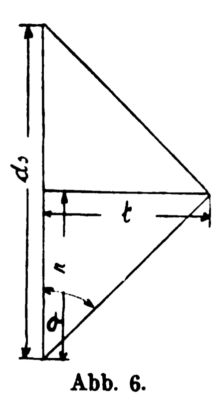


Abb. 6.

Verhältnisse der Abb. 7 vor, so erhält man durch Addition ohne weiteres:

$$\int_0^a ds \sin\alpha\cos\alpha = t_1 + t_2$$
$$\int_0^b ds \sin\alpha\cos\alpha = t_4 + t_3$$
$$\int_0^l ds \cos^2\alpha\,\frac{J_s}{F} = \frac{J_s}{F}\,[r_1 + r_2 + r_3 + r_4].$$

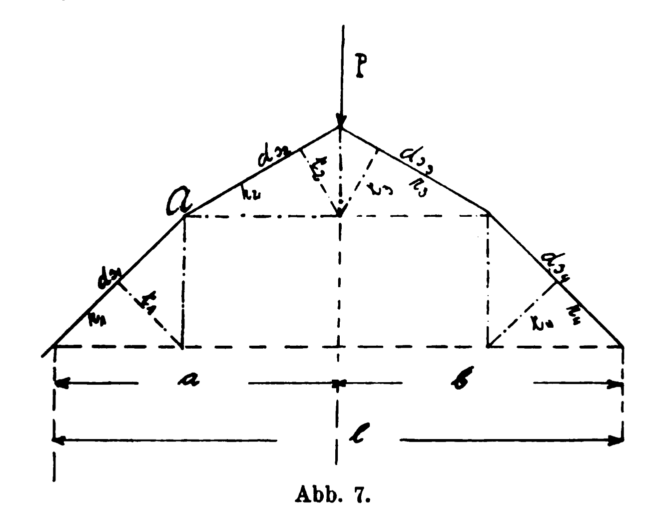


Abb. 7.

Bei der Bestimmung der t-Werte ist jedoch auf das jedesmalige Vorzeichen zu achten. Würde z. B. die Last P im Knoten A der Abb. 7 liegen und sollte das $\int_a ds \sin\alpha\cos\alpha$ gebildet werden, so müßte die Strecke t_2 negativ gemessen werden, da streng darauf zu achten ist, daß die Winkel in den beiden verschiedenen Quadranten ihr Vorzeichen wechseln.

Es erübrigt nun nur noch die Herstellung des letzten Integrales der Formel für X aus lotrechten Lasten $\int_0^l y^2\,ds\,\frac{J_s}{J}$. Dieses Integral erhält man in einfacher Weise, indem man die schon bekannten G_n-Werte, die ja $y\,ds\,\frac{J_s}{J}$ bedeuten, noch einmal mit dem zugehörigen y multipliziert und dann zwischen 0 und l zusammenzählt. Bei den Verhältnissen der Abb. 5 würde sich also ergeben:

$$\int_0^l y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = G_1 y_1 + G_2 y_2 + G_3 y_3 + G_4 y_4 + G_5 y_5.$$

Hier möge bemerkt werden, daß sich $\int y^2 ds \frac{J_s}{J}$ auch noch auf anderem, rein zeichnerischem Wege herstellen läßt, wenn man nicht mehr $ds \frac{J_s}{J} y$, sondern $ds \frac{J_s}{J}$ als Lasten auffaßt. Da dies Verfahren später beim gelenklosen Bogen noch ausführlich erläutert werden wird, so soll hier davon abgesehen werden, da für den Zweigelenkbogen die Ermittelung auf rechnerischem Wege einfacher ist; denn hier würde ein zweites Seileck gezeichnet werden müssen, während sich beim gelenklosen Bogen zeigen wird, daß dieses Seileck sowieso zu zeichnen ist, dort also die zeichnerische Ermittelung des Integrales berechtigt erscheint.

Damit sind alle Ausdrücke der Formel III) hergestellt, und damit ist die Größe des Schubes X aus lotrechten Lasten bekannt.

In ganz ähnlicher Weise gestaltet sich die Ausbeutung der Gleichung VI) für den Schub X aus wagerechten Lasten. Der Nenner der Gleichung ist genau derselbe wie bei Gleichung III), kann also ohne weiteres mit denselben Werten wieder verwandt werden. Auch die Glieder

$$\int_0^b y^2 ds \frac{J_s}{J}, \quad \int_0^b ds \cos^2\alpha \frac{J_s}{F}, \quad \int_0^a ds \sin\alpha \cos\alpha \frac{J_s}{F}, \quad \int_0^b ds \sin\alpha \cos\alpha \frac{J_s}{F},$$

sind schon in Gleichung III) erklärt worden, wenn auch teilweise andere Grenzen eingeführt werden müssen, d. h. in etwas anderer Weise zusammengezählt werden muß. Es handelt sich also nur noch um die Herstellung der beiden ersten Integrale

$$\int_0^a y\, ds\, x \frac{J_s}{J} \text{ und } \int_0^b y\, ds\, x' \frac{J_s}{J},$$

die wieder den Beitrag des Momentes aus wagerechten Kräften für den Schub X bedeuten, und die sich mit leichter Mühe aus dem schon für die lotrechten Lasten gezeichneten Seilecke ablesen lassen. Denn die beiden Ausdrücke bedeuten nichts anderes, als die Summe der G_n-Werte bis zur untersuchten Laststelle, jeder multipliziert mit seinem Abstande vom linken oder rechten Auflager, je nachdem Grenze a oder b einzuführen ist. Anstatt nun aber jeden G-Wert einzeln mit seinem Abstand zu multiplizieren, kann man auch gleich die Summe innerhalb der verlangten Grenzen mit ihrem mittleren Abstande x_0 oder x_0' multiplizieren. Die jedesmalige Summe der G_n-Werte kann man aus dem schon gezeichneten Krafteck entnehmen, während man x_0 erhält, indem man die beiden

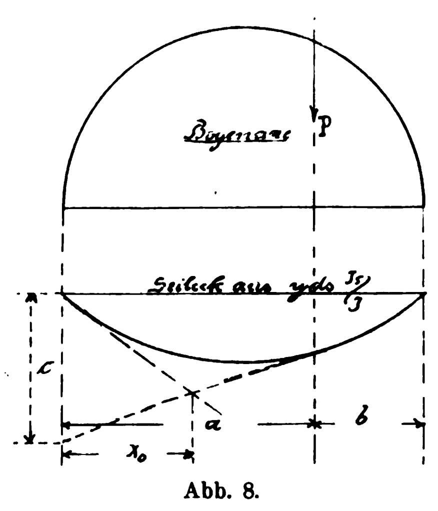


Abb. 8.

äußersten Seilstrahlen, die den angegebenen Grenzen entsprechen, des schon gezeichneten Seilecks zum Schnitte bringt und den wagerechten Abstand dieses Schnittpunktes vom Auflager mißt, wie es Abb. 8 erklärt, oder man kann auch nach der Definition des statischen Momentes (nach Abb. 8) den Abschnitt c, der von dem in Frage kommenden Seilstrahl auf dem Lagerlote abgeschnitten wird, mit der Polweite H multiplizieren.

Damit ist die Untersuchung des Zweigelenkbogens erledigt, wenn man von dem Einfluß der Wärme und der Lagerverschiebungen absieht. Die Behandlungsweise dieser Einflüsse wird bei Bearbeitung des gelenklosen Bogens vorgenommen werden, wo sie in genau derselben Weise erfolgt.

Kapitel III.

Allgemeine Bemerkungen über den gelenklosen, eingespannten Bogen.

Nachdem so die Formeln für den Zweigelenkbogen abgeleitet und erklärt worden sind, sollen nun auf demselben Wege, der sich jetzt allerdings verwickelter gestalten wird, die Formeln für die statisch unbestimmten Größen des gelenklosen oder eingespannten Bogens abgeleitet werden. Als statisch nicht bestimmbare Größen (s. Abb. 10) sind, da der Bogen dreifach statisch unbestimmt ist, X_1, X_2 und X_3, angenommen und zwar bedeutet:

X_1 die lotrechte Seitenkraft des Widerlagerdruckes,
X_2 die wagerechte Seitenkraft des Widerlagerdruckes, oder den Schub des Widerlagers,
X_3 das Moment, das an der Einspannungsstelle auftritt.

Für die Berechnung der Formeln ist ein Achsenkreuz unter beliebigem Winkel zugrunde gelegt worden, wobei ja durch Untersuchungen von Müller-Breslau und anderen bekannt ist, daß durch die Wahl des Koordinatenanfangspunktes die Rechnung sehr wesentlich vereinfacht werden kann. An dieser Stelle sind die Untersuchungen durchgeführt für einen symmetrisch gestalteten Bogen, da dies der in der Praxis bei weitem am häufigsten auftretende Fall ist, und hier erwies es sich als praktisch, als Koordinatenanfangspunkt den Scheitel des Bogens zu wählen, da dann, wie die Rechnung zeigen wird, ein ziemlich beträchtlicher Teil der Glieder der Formeln ohne weiteres zu Null wird. Durch diese Wahl des Koordinatenanfangspunktes wird es auch überflüssig, noch durch Verlegung des rechtwinkligen Achsenkreuzes eine Trennung der Variabeln herbeizuführen, da die hierzu erforderliche Rechenarbeit kaum weniger erheblich sein würde, als die, die zur Lösung der Gleichungen nach den Unbekannten nötig wird.

Sollen die sich hieraus ergebenden Formeln ohne wesentliche Erweiterungen auch für den unsymmetrischen Bogen (Abb. 9) ihre Gültigkeit behalten, so muß eine Verlegung des Achsenkreuzes vorgenommen werden, damit die wichtigsten Nullsetzungen, die für den symmetrischen Bogen vorgenommen werden, auch hier bestehen bleiben können, wie sich später ergeben wird.

Weiter muß betont werden, daß als X_2 nun nicht mehr die wagerechte Komponente der Widerlagerkraft,

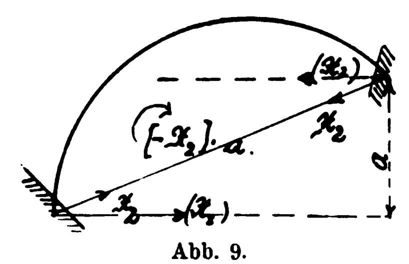
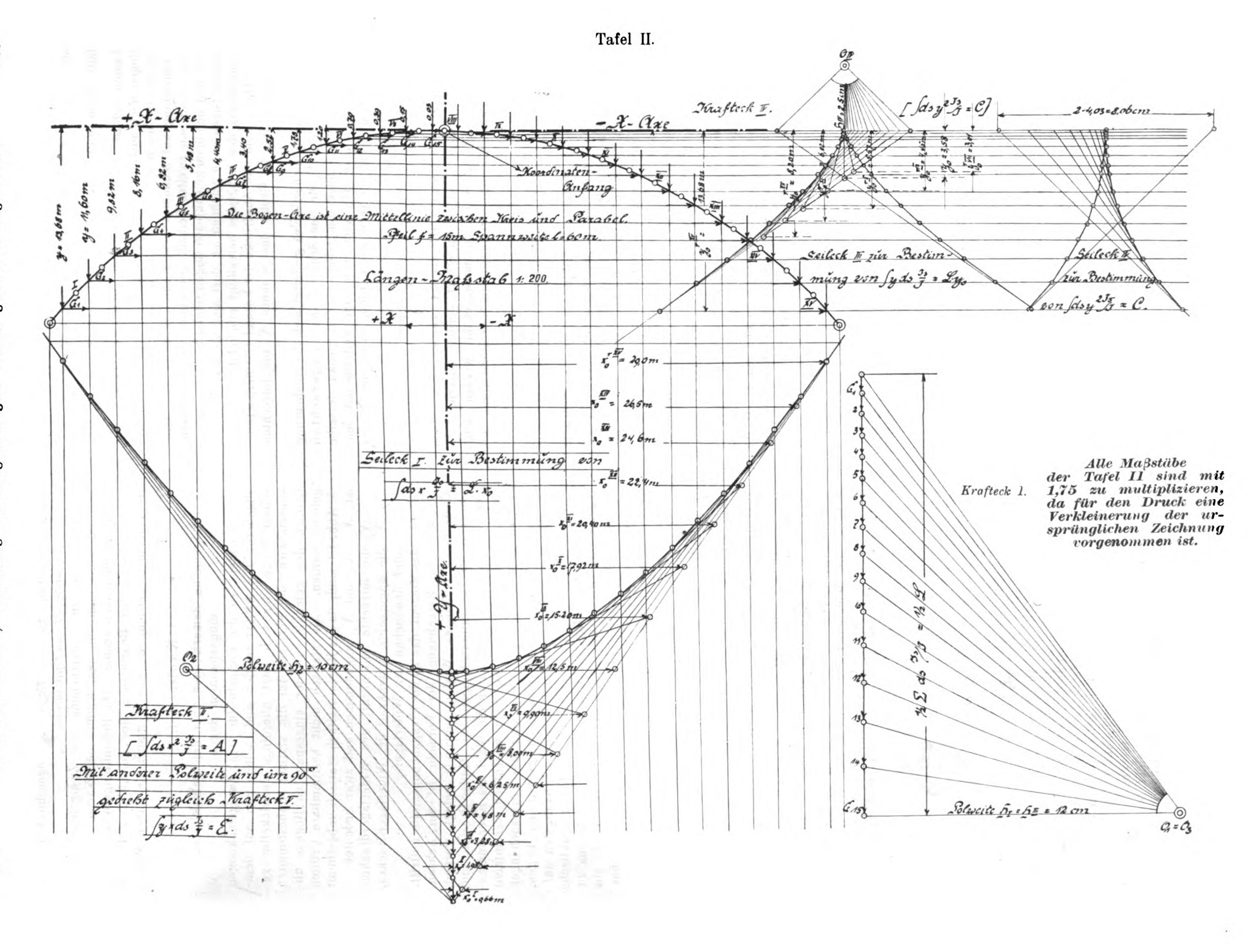


Abb. 9.

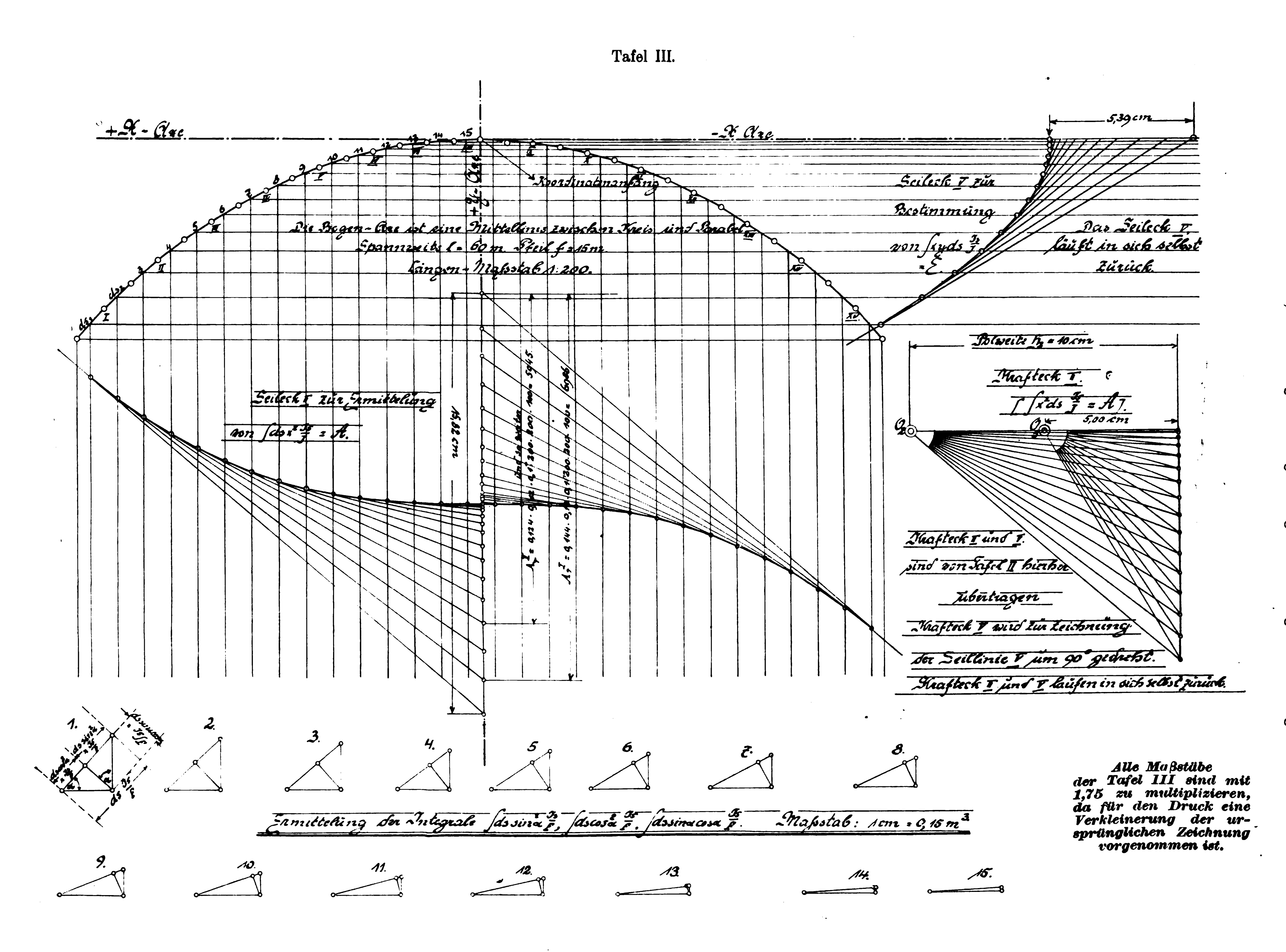
sondern die in die Verbindungsgrade der beiden Kämpfer fallende Komponente aufzufassen ist, damit der Bau der Momentenglieder derselbe bleibt, da sonst bei verschiedener Höhenlage der Angriffspunkte von X_2 sich noch ein verdrehendes Moment der Größe $X_2 a$ (Abb. 9) ergeben würde, das in der Rechnung nicht berücksichtigt ist, und eine Veränderung der Schlußgleichungen hervorrufen würde.

Tafel II.



Alle Maßstäbe der Tafel II sind mit 1,75 zu multiplizieren, da für den Druck eine Verkleinerung der ursprünglichen Zeichnung vorgenommen ist.

Tafel III.



Alle Maßstäbe der Tafel III sind mit 1,75 zu multiplizieren, da für den Druck eine Verkleinerung der ursprünglichen Zeichnung vorgenommen ist.

Zur geometrischen Festlegung des Bogens möge die Bestimmung dienen, daß die Bogenachse in jedem Punkte mit der Wagerechten einen bestimmten und bekannten Winkel α einschließt. Es wandere wieder die Last P gleich 1 über den Bogen hin mit den Benennungen, wie sie in Abb. 10 angegeben sind. Zum Schlusse möge noch bemerkt werden, daß, wenn die Formeln für die Größe von X_1, X_2, X_3 aus einer Einzellast P ermittelt und bekannt geworden sind, hieraus auch die Formeln für verteilte und teilweise Belastung abgelesen werden können.

Nach diesen Bemerkungen werden nun die Formeln wieder für lotrechte und wagerechte Lasten getrennt aufgestellt.

Kapitel IV.

Herleitung der Formeln für X_1, X_2, X_3 für den eingespannten Bogen,

a) aus lotrechten Lasten.

In bekannter Weise wird wieder der Satz Castiglianos $\frac{\delta A i}{\delta X} = 0$ angewandt. Für das Stück des Bogens (s. Abb. 10) links von der Einzellast P wird innerhalb der Grenzen $l/2$ bis a das Momentengesetz sich nach der Gleichung gestalten:

$$M_x = X_1 \, (l/2 - x) - X_2 \, (f - y) + X_3.$$

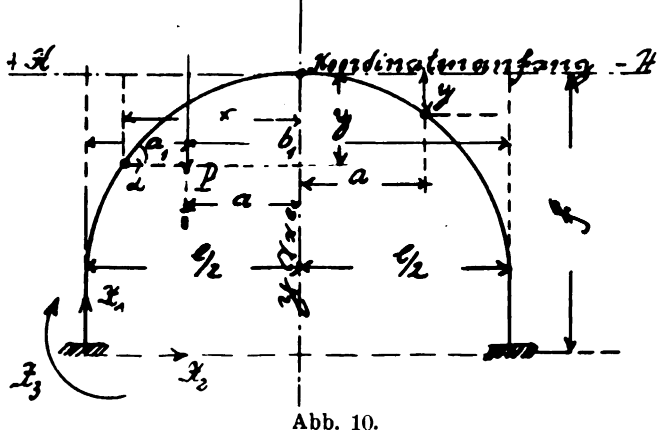


Abb. 10.

Daraus ergibt sich ohne weiteres:

$$\frac{\delta M_x}{\delta X_1} = \frac{l}{2} - x, \quad \frac{\delta M_x}{\delta X_2} = -(f - y)$$

$$\frac{\delta M_x}{\delta X_3} = 1.$$

Ebenso gestaltet sich die in jedem Querschnitte auftretende Längskraft S nach der folgenden Gleichung:

$$S = - X_1 \sin\alpha - X_2 \cos\alpha$$

und daraus folgt:

$$\frac{\delta S}{\delta X_1} = -\sin\alpha, \quad \frac{\delta S}{\delta X_2} = -\cos\alpha,$$

$$\frac{\delta S}{\delta X_3} = 0.$$

Die drei Bestimmungsgleichungen, die nach dem Castiglianoschen Satze für ein dreifach statisch unbestimmtes Bauwerk, also auch für den gelenklosen Bogen, zur Bestimmung der drei statisch unbestimmten Größen gültig sind, lauten, wenn auch hier wieder die Einflüsse der Querkräfte vernachlässigt werden:

$$\text{I)} \quad \int M \frac{\delta M}{\delta X_1} \frac{1}{EJ} \, ds + \int S \frac{\delta S}{\delta X_1} \frac{1}{EF} \, ds = 0.$$

$$\text{II)} \quad \int M \frac{\delta M}{\delta X_2} \frac{1}{EJ} \, ds + \int S \frac{\delta S}{\delta X_2} \cdot \frac{1}{EF} \, ds = 0.$$

$$\text{III)} \quad \int M \frac{\delta M}{\delta X_3} \frac{1}{EJ} \, ds + \int S \frac{\delta S}{\delta X_3} \frac{1}{EF} \, ds = 0.$$

Hiernach ergibt sich als Beitrag zum Differentialquotienten der Formänderungsarbeit aus Momenten und Längskräften für das linke Stück des Bogens genommen nach X_1:

$$1) \quad \int_{x = l/2}^{x = a} \frac{X_1 \, (l/2 - x)^2 \, ds}{EJ} - \int_{l/2}^{a} \frac{X_2 \, (f - y) \, (l/2 - x) \, ds}{EJ} + \int_{l/2}^{a} \frac{(l/2 - x) \, X_3 \, ds}{EJ} + \int_{l/2}^{a} X_1 \sin^2\alpha \, ds \, \frac{1}{EF} + \int_{l/2}^{a} X_2 \sin\alpha \cos\alpha \, ds \, \frac{1}{EF}$$

ebenso genommen nach X_2:

$$2) \quad - \int_{l/2}^{a} \frac{X_1 \, (l/2 - x) \, (f - y) \, ds}{EJ} + \int_{l/2}^{a} \frac{X_2 \, (f - y)^2 \, ds}{EJ} - X_3 \int_{l/2}^{a} \frac{(f - y) \, ds}{EJ} + \int_{l/2}^{a} X_1 \sin\alpha \cos\alpha \, ds \, \frac{1}{EF} + \int_{l/2}^{a} X_2 \cos^2\alpha \, ds \, \frac{1}{EF}$$

ebenso genommen nach X_3:

$$3) \quad \int_{l/2}^{a} X_1 \, (l/2 - x) \, ds \, \frac{1}{EJ} - \int_{l/2}^{a} \frac{X_2 \, (f - y) \, ds}{EJ} + \int_{l/2}^{a} X_3 \, ds \, \frac{1}{EJ}.$$

Genau so ergibt sich für das Bogenstück rechts von der Last P innerhalb der Grenzen a bis $-\frac{l}{2}$ (s. Abb. 10):

$$M_x = X_1 \, (l/2 - x) - X_2 \, (f - y) + X_3 - P \, (a - x)$$

$$\frac{\delta M_x}{\delta X_1} = l/2 - x, \quad \frac{\delta M_x}{\delta X_2} = -(f - y), \quad \frac{\delta M_x}{\delta X_3} = 1.$$

$$S = - X_1 \sin\alpha - X_2 \cos\alpha + P \sin\alpha.$$

$$\frac{\delta S}{\delta X_1} = -\sin\alpha, \quad \frac{\delta S}{\delta X_2} = -\cos\alpha, \quad \frac{\delta S}{\delta X_3} = 0.$$

Als Beitrag zum Differentialquotienten der Formänderungsarbeit des rechten Stückes innerhalb der Grenzen a bis $-l/2$ ergibt sich also genommen nach X_1:

$$4) \quad \int_{a}^{-l/2} \frac{X_1 \, (l/2 - x)^2 \, ds}{EJ} - \int_{a}^{-l/2} \frac{X_2 \, (f - y) \, (l/2 - x) \, ds}{EJ} + \int_{a}^{-l/2} \frac{X_3 \, (l/2 - x) \, ds}{EJ} - \int_{a}^{-l/2} \frac{P \, (a - x \, (l/2 - x) \, ds}{EJ} + \int_{a}^{-l/2} X_1 \sin^2\alpha \, ds \, \frac{1}{EF} + \int_{a}^{-l/2} X_2 \sin\alpha \cos\alpha \, ds \, \frac{1}{EF} - \int_{a}^{-l/2} P \sin^2\alpha \, ds \, \frac{1}{EF}$$

genommen nach X_2:

$$5) \quad - \int_{a}^{-l/2} \frac{X_1 \, (l/2 - x \, (f - y) \, ds}{EJ} + \int_{a}^{-l/2} \frac{X_2 \, (f - y)^2 \, ds}{EJ} - \int_{a}^{-l/2} \frac{X_3 \, (f - y) \, ds}{EJ} + \int_{a}^{-l/2} \frac{P \, (a - x) \, (f - y) \, ds}{EJ} + \int_{a}^{-l/2} X_1 \sin\alpha \cos\alpha \, ds \, \frac{1}{EF} + \int_{a}^{-l/2} X_2 \cos^2\alpha \, ds \, \frac{1}{EF} - \int_{a}^{-l/2} P \sin\alpha \cos\alpha \, ds \, \frac{1}{EF}$$

und genommen nach X_3:

$$6)\quad \int_a^{-l/2} \frac{X_1\,(l/2 - x)\,ds}{EJ} - \int_a^{-l/2} \frac{X_2\,(f-y)\,ds}{EJ} + \int_a^{-l/2} \frac{X_3\,ds}{EJ} - \int_a^{-l/2} \frac{P(a-x)\,ds}{EJ}.$$

Gemäß Gl. I) ergibt sich nun als erste Bestimmungsgleichung durch Addition der Beiträge 1) und 4) und deren Nullsetzung, wenn man gleichzeitig aus denselben Erwägungen heraus, die schon für den Zweigelenkbogen gemacht worden sind, die gesamte Gleichung mit EJ_s multipliziert, worin J_s das Trägheitsmoment im Scheitel des Bogens bedeuten möge, als Gleichung nach X_1:

$$7)\quad 0 = \left\{\begin{aligned}
& X_1\,\frac{l^2}{4}\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} - X_1\,l\int_{l/2}^{a} x\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\int_{l/2}^{a} x^2\,ds\,\frac{J_s}{J} - l/2\,X_2\,f\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} \\
& + X_2\,f\int_{l/2}^{a} x\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_2\,l/2\int_{l/2}^{a} y\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_2\,f\int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_2\,l/2\int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} \\
& + X_1\,\frac{l^2}{4}\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} - X_1\,l\int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\int_{a}^{-l/2} x^2\,ds\,\frac{J_s}{J} - X_2\,f\,l/2\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} \\
& - X_2\int_{l/2}^{a} x\,y\,ds\,\frac{J_s}{J} - X_2\int_{a}^{-l/2} x\,y\,ds\,\frac{J_s}{J} \\
& + X_3\,l/2\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} - X_3\int_{l/2}^{a} x\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\int_{l/2}^{a} \sin^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} + X_2\int_{l/2}^{a} \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} \\
& + X_3\,l/2\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} - X_3\int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\int_{a}^{-l/2} \sin^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} + X_2\int_{a}^{-l/2} \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} \\
& - P\int_{a}^{-l/2} \sin^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} - \frac{Pal}{2}\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} + Pa\int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} \\
& + P\,l/2\int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} - P\int_{a}^{-l/2} x^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = 0.
\end{aligned}\right.$$

Diese Gl. 7) kann in sehr weitgehendem Maße vereinfacht werden. Zu diesem Zwecke werden die folgenden Bezeichnungen eingeführt, die in folgendem dann noch ausführlich erklärt werden sollen:

$$\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} + \int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} = \int_{+l/2}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} = L.$$

$$\int_{l/2}^{a} x^2\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_{a}^{-l/2} x^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = \int_{+l/2}^{-l/2} x^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = A.$$

$$\int_{l/2}^{a} y\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} = \int_{+l/2}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} = L\cdot y_0.$$

Hierin wird y_0 später erklärt werden.

$$\int_{l/2}^{a} ds\,\sin^2\alpha\,\frac{J_s}{F} + \int_{a}^{-l/2} ds\,\sin^2\alpha\,\frac{J_s}{F} = \int_{+l/2}^{-l/2} ds\,\sin^2\alpha\,\frac{J_s}{F} = B.$$

$$\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{F}\,\sin^2\alpha = B_r.$$

$$\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} = L_r.$$

$$\int_{a}^{-l/2} x^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = A_r.$$

$$\int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} = L_r\cdot x_0^r \qquad \int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} = L_r\cdot y_0^r,$$

worin x_0^r und y_0^r später erklärt werden werden. Weiter ist zu bemerken, daß infolge der Wahl des Koordinatenanfangspunktes die folgenden Glieder gleich Null werden, da ein positives x für den symmetrischen Bogen immer das entsprechende negative x, das im zweiten Quadranten gelegen ist, wieder aufhebt. Diese Nullgleichungen können aber ihre Richtigkeit auch für den unsymmetrischen Bogen behalten, wie aus nachstehender Ueberlegung hervorgeht. Die aus Momenten hervorgehenden Glieder können als statische oder Trägheits- bzw. Zentrifugal-Momente aufgefaßt werden. Nun ist aber die Summe aller dieser Momente für eine irgendwie geformte Fläche, so unsymmetrisch sie auch sein möge, dann gleich Null, wenn als Achsenpaar, auf das die Momente bezogen werden, das Schwerpunktshauptachsenpaar der Gewichte $ds\,\frac{J_s}{J}$, die über die Bogenmittellinie verteilt sind, gewählt wird. Die aus Längskräften entspringenden Glieder, die alle den sin oder cos des Winkels α enthalten, dürfen für den unsymmetrischen Bogen dagegen nicht ohne weiteres gleich Null gesetzt werden. Die Verschiebung des Koordinatenanfangspunktes für den unsymmetrischen Bogen ruft natürlich auch keine Aenderung des Gesetzes, nach dem sich Momente und Längs-

kräfte entwickeln, hervor, wenn auch die Werte von y nun wechselndes Vorzeichen annehmen können.

$$\int_{l/2}^{a} x\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} = \int_{+l/2}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} = 0.$$

$$\int_{l/2}^{a} x y\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_{a}^{-l/2} x y\,ds\,\frac{J_s}{J} = \int_{+l/2}^{-l/2} x y\,ds\,\frac{J_s}{J} = 0.$$

$$\int_{l/2}^{a} \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} + \int_{a}^{-l/2} \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} =$$

$$= \int_{+l/2}^{-l/2} \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} = 0.$$

Die letzte Nullgleichung gilt also nur für den symmetrischen Bogen in allen Fällen und ist dort berechtigt, da ja der cos des Winkels α im ersten und zweiten Quadranten sein Vorzeichen wechselt.

Werden diese Bezeichnungen und Nullsetzungen nun in Gleichung 7) eingeführt, so ergibt sich, wenn außerdem noch die zusammengehörigen Glieder zusammengefaßt werden:

$$X_1\,\frac{l^2}{4}\,L + X_1 A - X_2 f\,l/_2\,L + X_2\,l/_2\,L y_0 + X_3\,l/_2\,L$$
$$+ X_1 B - P B_r - \frac{Pal}{2}\,L_r + P(a + l/_2)\,L_r\cdot x_0^r$$
$$- P\cdot A_r = 0$$

oder nach Ordnung der Gleichung nach den drei Unbekannten:

$$\begin{cases} X_1\left[\frac{l^2}{4}L + A + B\right] + X_2\left[l/_2\,L y_0 - f\,l/_2\,L\right] \\ + X_3\,l/_2\,L - P\left[B_r + \frac{alL_r}{2} - (a + l/_2)\,L_r x_0^r + A_r\right] = 0 \end{cases}$$

oder:

$$\text{IV)}\quad \begin{cases} X_1\left(l/_2 + \frac{2\,(A + B)}{l\,L}\right) - X_2\,(f - y_0) + X_3 = \\ = P/L\left[\frac{2\,(A_r + B_r)}{l} + a L_r - x_0^r L_r\left(1 + \frac{2a}{l}\right)\right]. \end{cases}$$

In ganz ähnlicher Weise erhält man die zweite Bestimmungsgleichung nach X_2 gemäß Gleichung II), indem man die Beiträge der Gleichungen 2) und 5) addiert und gleich Null setzt.

Es ergibt sich dann:

$$8)\qquad 0 = \begin{cases} - X_1\,\frac{lf}{2}\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\,l/_2\int_{l/2}^{a} y\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1 f\int_{l/2}^{a} x\,ds\,\frac{J_s}{J} - X_1\int_{l/2}^{a} x y\,ds\,\frac{J_s}{J} \\ - X_1\,\frac{lf}{2}\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\,l/_2\int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1 f\int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} - X_1\int_{a}^{-l/2} x y\,ds\,\frac{J_s}{J} \\ + f^2 X_2\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} - X_2\,2f\int_{l/2}^{a} y\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_2\int_{l/2}^{a} y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} \\ + f^2 X_2\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} - X_2\,2f\int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_2\int_{a}^{-l/2} y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} \\ - X_3 f\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} + X_3\int_{l/2}^{a} y\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\int_{l/2}^{a} ds\,\sin\alpha\cos\alpha\,\frac{J_s}{F} \\ - X_3 f\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} + X_3\int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\int_{a}^{-l/2} ds\,\sin\alpha\cos\alpha\,\frac{J_s}{F} \\ + X_2\int_{l/2}^{a}\cos^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} + X_2\int_{a}^{-l/2}\cos^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} \\ + Paf\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} - Pa\int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} - Pf\int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} \\ + P\int_{a}^{-l/2} x y\,ds\,\frac{J_s}{J} - P\int_{a}^{-l/2}\sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} = 0. \end{cases}$$

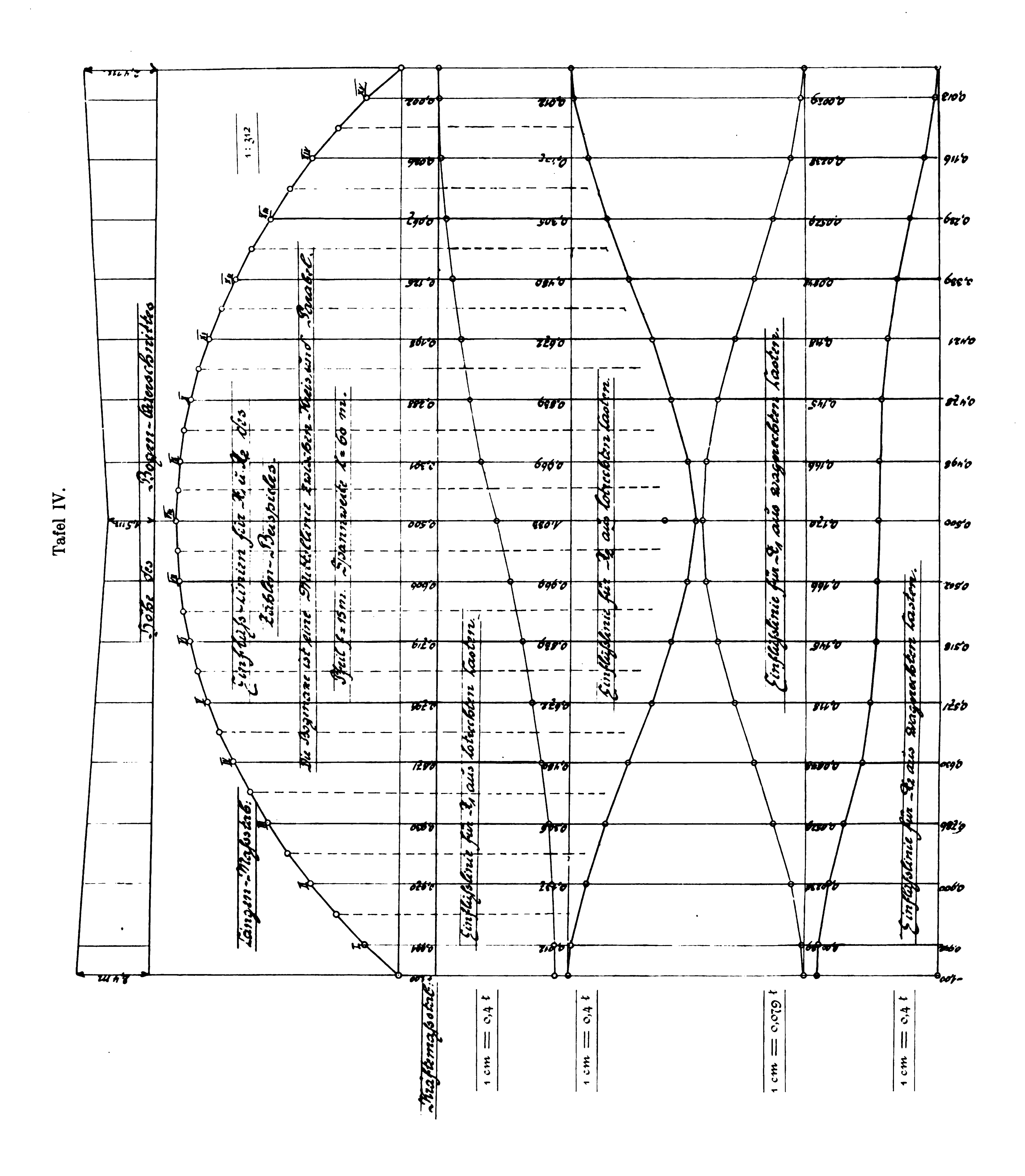
Werden wieder dieselben Bezeichnungen eingeführt, wie in Gl. 7), und außerdem die folgenden noch hinzugefügt:

$$\int_{l/2}^{a} y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_{a}^{-l/2} y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = \int_{+l/2}^{-l/2} y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = C,$$

$$\int_{l/2}^{a}\cos^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} + \int_{a}^{-l/2}\cos^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} = D.$$

$$\int_{a}^{-l/2} x y\,ds\,\frac{J_s}{J} = E_r,\quad \int_{a}^{-l/2}\sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} = F_r,$$

Tafel IV.



so ergibt sich, wenn die zusammengehörigen Glieder zusammengezogen werden:

$$-X_1 \frac{lf}{2} L + X_1 l/_2 L y_0 + X_2 f^2 L - X_2 2 f L y_0 + X_2 C$$
$$- X_3 f L + X_3 L y_0 + X_2 D + P a f L_r - P a L_r y_0^r -$$
$$- P f L_r x_0^r + P E_r - P F_r = 0.$$

Wird die Gleichung wieder nach den drei Unbekannten geordnet, so ergibt sich mit einigen Umformungen:

$$- X_1 \frac{Ll}{2} (f - y_0) + X_2 f L \left(f - 2 y_0 + \frac{D + C}{f L}\right) -$$
$$- X_3 (L f - L y_0) - P a f L_r \left[- 1 + \frac{y_0^r}{f} + \frac{x_0^r}{a} + \right.$$
$$\left. + \frac{F_r - E_r}{a f L_r} \right] = 0,$$

oder:

$$\text{V)} \begin{cases} - X_1 l/_2 (f - y_0) + X_2 f \left(f - 2 y_0 + \frac{C + D}{f L}\right) - \\ - X_3 (f - y_0) = \\ = \frac{L_r P a f}{L} \left[\frac{y_0^r}{f} + \frac{x_0^r}{a} + \frac{F_r - E_r}{a f L_r} - 1\right]. \end{cases}$$

Genau so erhält man aus Grundgleichung III) die Bestimmungsgleichung nach X_3. Allerdings fällt diese Gleichung einfacher aus, da sie ganz unabhängig von den Längskräften ist und daher nur Momentenglieder enthält. Es ergibt sich zunächst, wenn man die Beiträge der Gleichungen 3) und 6) addiert und in gewohnter Weise gleich Null setzt:

$$9)\ 0 = \begin{cases} + \int_{l/2}^{a} l/_2 X_1 ds \frac{J_s}{J} - X_1 \int_{l/2}^{a} x ds \frac{J_s}{J} - \\ \qquad - f X_2 \int_{l/2}^{a} ds \frac{J_s}{J} + X_2 \int_{l/2}^{a} y ds \frac{J_s}{J} \\ + X_3 \int_{l/2}^{a} ds \frac{J_s}{J} + X_3 \int_{a}^{-l/2} ds \frac{J_s}{J} \\ + l/_2 X_1 \int_{a}^{-l/2} ds \frac{J_s}{J} - X_1 \int_{a}^{-l/2} x ds \frac{J_s}{J} - \\ \qquad - f X_2 \int_{a}^{-l/2} ds \frac{J_s}{J} + X_2 \int_{a}^{-l/2} y ds \frac{J_s}{J} \\ + P \int_{a}^{-l/2} x ds \frac{J_s}{J} - P a \int_{a}^{-l/2} ds \frac{J_s}{J} = 0. \end{cases}$$

Führt man nun auch hier die für Gleichung 7) und 8) angegebenen Bezeichnungen ein und faßt wieder die zusammengehörigen Glieder zusammen, so erhält man:

$$X_1 L l/_2 - X_2 f L + X_2 L y_0 + X_3 L -$$
$$- P a L_r + P L_r x_0^r = 0,$$

oder, wenn man die Gleichung nach den drei Unbekannten ordnet und gleichzeitig durch L dividiert, um für X_3 wie in Gleichung IV) den Faktor 1 zu erhalten:

$$\text{VI)} \quad X_1 l/_2 - X_2 (f - y_0) + X_3 = P \frac{L_r}{L} (a - x_0^r).$$

Die Gleichungen IV), V) und VI) stellen die Bestimmungsgleichungen dar, aus denen X_1, X_2 und X_3 berechnet werden. Zu diesem Zwecke wird Gleichung VI) von Gleichung IV) subtrahiert, da dann gleichzeitig durch den Bau der Gleichungen X_3 und X_2 eliminiert werden. Es ergibt sich dann:

$$2 X_1 \frac{A + B}{l L} = \frac{P}{L}\left[\frac{2 (A_r + B_r)}{l} + a L_r - x_0^r L_r - \right.$$
$$\left. - x_0^r L_r \frac{2a}{l} - a L_r + x_0^r L_r \right].$$

$$\text{VII)} \quad X_1 = \frac{P}{A + B} [A_r + B_r - x_0^r L_r a].$$

Nachdem so X_1 gefunden ist, erhält man, wenn man nun Gleichung VI) mit $(f - y_0)$ multipliziert und dann von Gleichung V) subtrahiert:

$$X_2 \left[f^2 - 2 f y_0 + \frac{C + D}{L} - f^2 + 2 f y_0 - y_0^2\right] =$$
$$= \frac{P L_r}{L} \left[y_0^r a + x_0^r f + \frac{F_r - E_r}{L_r} - \right.$$
$$\left. - a f + a f - f x_0^r - a y_0 + x_0^r y_0 \right]$$

oder durch Zusammenziehen der zusammengehörigen Glieder:

$$\text{VIII)} \quad X_2 = \frac{P L_r}{C + D - y_0^2 L}\left[x_0^r y_0 + \frac{F_r - E_r}{L_r} - \right.$$
$$\left. - a (y_0 - y_0^r)\right].$$

Um nun auch für die dritte Unbekannte X_3 noch die Lösung zu erhalten, tut man am besten, die gefundenen Werte von X_1 und X_2 in Gleichung VI) einzusetzen und aus dieser X_3 zu bestimmen. Dieser Wert fällt jedoch verwickelter aus, als die beiden zuerst gefundenen, so daß man für praktische Zahlenrechnungen schneller zum Ziele kommt, wenn man für X_3 die Gleichung VI) selbst benutzt und in sie für jede in Frage kommende Laststellung die für X_1 und X_2 errechneten Zahlenwerte einsetzt. Immerhin soll der Vollständigkeit halber hier auch der formelmäßige Wert von X_3 angegeben werden, wenn er also auch für die praktische Rechnung keinen besonderen Wert besitzt.

Es ergibt sich aus Gleichung VI) durch Einsetzen der Gleichungen VII) und VIII):

$$X_3 = \frac{P L_r}{L} (a - x_0^r) - \frac{P l}{2 (A + B)} (A_r + B_r - x_0^r L_r a) +$$
$$+ \frac{P (f - y_0) L_r}{C + D - L y_0^2} \left[x_0^r y_0 + \frac{F_r - E_r}{L_r} - a (y_0 - y_0^r)\right]$$

oder nach einigen kleinen Umformungen:

$$\text{IX)} \begin{cases} X_3 = P\left[\frac{L_r}{L} (a - x_0^r) - \frac{l}{2 (A + B)} (A_r + B_r - x_0^r L_r a) + \right. \\ \left. + \frac{(f - y_0) L_r}{C + D - y_0^2 L} \left[x_0^r y_0 + \frac{F_r - E_r}{L_r} - a (y_0 - y_0^r)\right]\right. \end{cases}$$

Der Sicherheit halber werden die Einheitsbezeichnungen der drei gefundenen Formeln nachgeprüft. Es ergibt sich aus Gl. VII):

$$X_1 = \frac{kg}{cm^3 + cm^3} [cm^3 + cm^3 - cm\, cm\, cm] = \frac{kg\, cm^3}{cm^3} = kg$$

aus Gl. VIII):

$$X_2 = \frac{kg\, cm}{cm^3 + cm^3 - cm\, cm^2} \left[cm^2 + \frac{cm^3 - cm^3}{cm} - cm\, (cm - cm)\right] =$$
$$= \frac{kg\, cm^3}{cm^3} = kg.$$

aus Gl. IX):

$$X_3 = kg \left[\frac{cm}{cm} (cm - cm) - \frac{cm}{cm^3 - cm^3} (cm^3 + cm^3 - cm^3)\right] +$$
$$+ \frac{(cm - cm)\, cm}{cm^3 + cm^3 - cm^3} \left[cm\, cm + \frac{cm^3 - cm^3}{cm} - cm\, (cm - cm)\right],$$
$$X_3 = kg \left[\frac{cm^2}{cm} - \frac{cm^4}{cm^3} + \frac{cm^4}{cm^3}\right] = kg cm.$$

Die Dimensionen der gefundenen Formeln sind also richtig.

Damit sind die drei Gleichungen nach X_1, X_2, X_3 gelöst, und man erkennt, daß durch den klaren und einfachen Bau der Gleichungen eine leichte Lösung nach den drei Unbekannten möglich geworden ist, was hauptsächlich der günstigen Wahl des Koordinatenkreuzes zu verdanken ist. Wie also schon im Anfang betont worden ist, würde es zwecklos sein, die Untersuchung so gestalten zu wollen, daß die drei statisch unbestimmbaren Größen voneinander unabhängig werden, d. h., daß in jeder der drei Gleichungen nur eine Unbekannte vorkommt, was man erreichen könnte, wenn man versuchte, das zur Untersuchung verwandte Achsenkreuz in angebrachter Weise zu verlegen und vielleicht auch die Wahl der Unbekannten etwas anders zu treffen.

b) aus wagerechten Lasten.

Auch für diese Untersuchung wird der Koordinatenanfangspunkt wieder in den Scheitel der Bogenachse gelegt und ein rechtwinkliges Achsenkreuz verwandt, während für den unsymmetrischen Bogen wieder zweckmäßig das Schwerpunktshauptachsenpaar der über die Bogenmittellinie verteilten Gewichte $ds \frac{J_s}{J}$ verwandt würde.

Genau so wie für lotrechte Lasten wird wieder der Castiglianosche Satz angewandt, und man erhält, wenn die Bezeichnungen der Abb. 11 eingeführt werden, für das linke Stück des Bogens vom linken Auflager bis zum Kraftangriffspunkte innerhalb der Grenzen $+\,l/_2$ bis a:

$$M_x = X_1\,(l/_2 - x) - X_2\,(f - y) + X_3$$
$$S = -\,X_1 \sin\alpha - X_2 \cos\alpha.$$

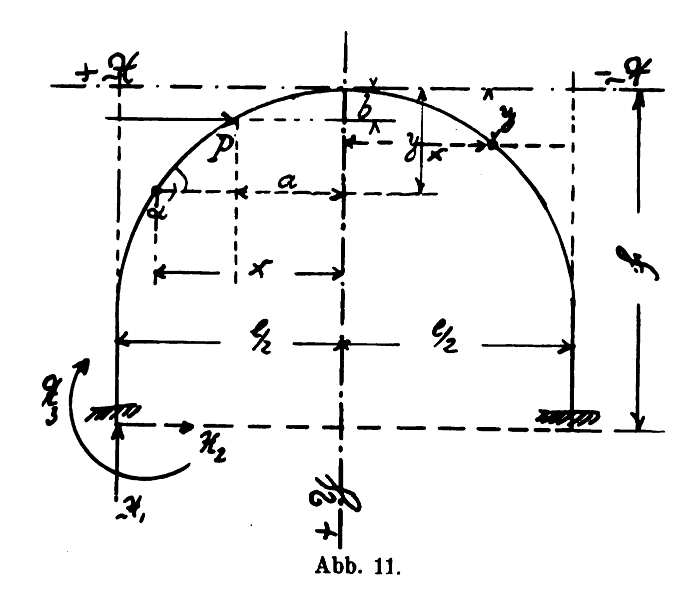


Abb. 11.

Hieraus folgt genau wie auf Seite 283/284 der Beitrag zum Differentialquotienten der Formänderungsarbeit genommen nach X_1:

$$10)\quad \left\{\begin{aligned} &\int\limits_{x=l/_2}^{x=a} X_1 \frac{(l/_2 - x)^2\,ds}{EJ} - \int\limits_{l/_2}^{a} X_2 \frac{(f-y)\,(l/_2 - x)\,ds}{EJ} + \\ &+ \int\limits_{l/_2}^{a} \frac{(l/_2 - x)\,X_3\,ds}{EJ} + \int\limits_{l/_2}^{a} X_1 \sin^2\alpha\,ds\,\frac{1}{EF} + \\ &+ \int\limits_{l/_2}^{a} X_2 \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{1}{EF}, \end{aligned}\right.$$

nach X_2:

$$11)\quad \left\{\begin{aligned} &-\int\limits_{l/_2}^{a} X_1 \frac{(l/_2 - x)\,(f-y)\,ds}{EJ} + \int\limits_{l/_2}^{a} X_2 \frac{(f-y)^2\,ds}{EJ} - \\ &- X_3 \int\limits_{l/_2}^{a} \frac{(f-y)\,ds}{EJ} + \int\limits_{l/_2}^{a} X_1 \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{1}{EF} + \\ &+ \int\limits_{l/_2}^{a} X_2 \cos^2\alpha\,ds\,\frac{1}{EF}, \end{aligned}\right.$$

nach X_3:

$$12)\quad \int\limits_{l/_2}^{a} X_1 \frac{(l/_2 - x)\,ds}{EJ} - \int\limits_{l/_2}^{a} X_2 \frac{(f-y)\,ds}{EJ} + \int\limits_{l/_2}^{a} \frac{X_3\,ds}{EJ}.$$

In ähnlicher Weise erhält man für den rechten Abschnitt des Bogens vom Lastangriffspunkte bis zum rechten Widerlager innerhalb der Grenzen a bis $-\,l/_2$, wenn wieder die Bezeichnungen der Abb. 11 angewandt werden:

$$M_x = X_1\,(l/_2 - x) - X_2\,(f-y) + X_3 - P\,(b-y)$$
$$S = -\,X_1 \sin\alpha - X_2 \cos\alpha - P \cos\alpha.$$

$$\frac{\delta M_x}{\delta X_1} = l/_2 - x,\quad \frac{\delta M_x}{\delta X_2} = -\,(f-y),\quad \frac{\delta M_x}{\delta X_3} = 1.$$
$$\frac{\delta S}{\delta X_1} = -\sin\alpha,\quad \frac{\delta S}{\delta X_2} = -\cos\alpha,\quad \frac{\delta S}{\delta X_3} = 0.$$

Daraus folgt wieder als Beitrag zum Differentialquotienten der Formänderungsarbeit genommen nach X_1:

$$13)\quad \left\{\begin{aligned} &\int\limits_{a}^{-l/_2} X_1 \frac{(l/_2 - x)^2\,ds}{EJ} - \int\limits_{a}^{-l/_2} X_2 \frac{(f-y)\,(l/_2 - x)\,ds}{EJ} + \\ &+ \int\limits_{a}^{-l/_2} X_3 \frac{(l/_2 - x)\,ds}{EJ} - \int\limits_{a}^{-l/_2} P \frac{(b-y)\,(l/_2 - x)\,ds}{EJ} + \\ &+ \int\limits_{a}^{-l/_2} P \cos\alpha\sin\alpha\,ds\,\frac{1}{EF} + \int\limits_{a}^{-l/_2} X_1 \sin^2\alpha\,ds\,\frac{1}{EF} + \\ &+ \int\limits_{a}^{-l/_2} X_2 \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{1}{EF}, \end{aligned}\right.$$

nach X_2:

$$14)\quad \left\{\begin{aligned} &-\int\limits_{a}^{-l/_2} X_1 \frac{(l/_2 - x)\,(f-y)\,ds}{EJ} + \int\limits_{a}^{-l/_2} X_2 \frac{(f-y)^2\,ds}{EJ} - \\ &- \int\limits_{a}^{-l/_2} X_3 \frac{(f-y)\,ds}{EJ} + \int\limits_{a}^{-l/_2} P \frac{(b-y)\,(f-y)\,ds}{EJ} + \\ &+ \int\limits_{a}^{-l/_2} P \cos^2\alpha\,ds\,\frac{1}{EF} + \int\limits_{a}^{-l/_2} X_1 \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{1}{EF} + \\ &+ \int\limits_{a}^{-l/_2} X_2 \cos^2\alpha\,ds\,\frac{1}{EF}, \end{aligned}\right.$$

nach X_3:

$$15)\quad \left\{\begin{aligned} &\int\limits_{a}^{-l/_2} X_1 \frac{(l/_2 - x)\,ds}{EJ} - \int\limits_{a}^{-l/_2} X_2 \frac{(f-y)\,ds}{EJ} + \int\limits_{a}^{-l/_2} \frac{X_3\,ds}{EJ} - \\ &- \int\limits_{a}^{-l/_2} P \frac{(b-y)\,ds}{EJ}. \end{aligned}\right.$$

Analog dem Vorgehen bei lotrechten Lasten erhält man jetzt wieder durch Multiplikation mit EJ_s und durch Addition der Beiträge 10) und 13), deren Summe dann gleich Null gesetzt werden muß, die erste Bestimmungsgleichung zur Ermittelung von X_1, X_2 und X_3: (s. nebenstehende Gl. 16), Seite 297/298).

Um diese Gleichung wieder zu vereinfachen, werden die zusammengehörigen Glieder zusammengezogen und dann dieselben Bezeichnungen eingeführt, die auch schon bei der Untersuchung der lotrechten Lasten verwandt worden sind. Dann ergibt sich die folgende vereinfachte Form der Gl. 16):

$$X_1 \frac{l^2}{4} L + X_1 A - X_2 f\, {}^l/_2\, L + X_2\, {}^l/_2\, L y_0 + \\ + X_3\, {}^l/_2\, L + X_1 B - Pb \frac{l}{2} L_r + P\, {}^l/_2\, L_r y_0^r + \\ + Pb L_r x_0^r - PE_r + PF_r = 0.$$

Durch einige einfache und klar zu ersehende Umformungen erhält man dann:

$$X_1 \left(\frac{l^2}{4} L + A + B\right) + X_2 (- f\, {}^l/_2\, L + {}^l/_2\, L y_0) + \\ + X_3\, {}^l/_2\, L = \\ = P[b\, {}^l/_2\, L_r - {}^l/_2\, L_r y_0^r - b L_r x_0^r + E_r - F_r]$$

oder:

$$\text{X)} \begin{cases} X_1 \left[{}^l/_2 + \dfrac{2(A+B)}{lL}\right] - X_2 (f - y_0) + X_3 = \\ = P \dfrac{L_r}{L} \left[\dfrac{2}{lL_r} (E_r - F_r) - y_0^r + b\left(1 - \dfrac{2x_0^r}{l}\right)\right]. \end{cases}$$

Genau so erhält man durch Addition der Beiträge 11) und 14) und der Nullsetzung der Summe, wenn man wieder mit $J_s E$ multipliziert, die zweite Bestimmungsgleichung zur Ermittelung der statisch unbestimmten Größen: (s. nebenstehende Gl. 17), Seite 297/298).

Wieder werden die zusammengehörigen Glieder zusammengefaßt und die angegebenen und weiter die beiden durch die folgenden Gleichungen erklärten Bezeichnungen eingeführt:

$$\int_a^{-l/2} y^2\, ds\, \frac{J_s}{J} = C_r$$

$$\int_a^{-l/2} \cos^2 \alpha\, ds\, \frac{J_s}{F} = D_r.$$

Dann ergibt sich:

$$\begin{cases} - X_1 \dfrac{lf}{2} L + X_1\, {}^l/_2\, L y_0 + X_2 f^2 L - X_2\, 2 f L y_0 + \\ + X_2 C - X_3 f L + X_3 L y_0 + X_2 D + Pbf L_r - \\ - Pb L_r y_0^r - Pf L_r y_0^r + PC_r + PD_r = 0. \end{cases}$$

Durch einige einfache Umformungen erhält man:

$$\begin{cases} - X_1 \dfrac{Ll}{2} (f - y_0) + X_2 f L \left(f - 2 y_0 + \dfrac{C+D}{fL}\right) + \\ + X_3 L (y_0 - f) = \\ = P[- bf L_r + b L_r y_0^r + f L_r y_0^r - C_r - D_r]. \end{cases}$$

Dividiert man noch die ganze Gleichung durch L, so erhält man:

$$\text{XI)} \begin{cases} - X_1\, {}^l/_2 [f - y_0] + X_2 f \left[f - 2 y_0 + \dfrac{C+D}{fL}\right] - \\ - X_3 (f - y_0) = \\ = \dfrac{PL_r}{L} \left[- fb + y_0^r (b + f) - \dfrac{C_r + D_r}{L_r}\right]. \end{cases}$$

Ebenso erhält man nach Multiplikation mit EJ_s durch Addition der Beiträge 12) und 15) und der Nullsetzung der Summe die dritte Bestimmungsgleichung für X_1, X_2 und X_3, die ebenso wie bei der Untersuchung der lotrechten Lasten infolge der Unabhängigkeit von der Längskraft wieder kürzer und einfacher ausfällt: (s. nebenstehende Gl. 18), Seite 297/298).

Durch Zusammenfassung der zusammengehörigen Glieder und Anwendung der bekannten Bezeichnungen nimmt die Gl. 18) die Form an:

$$X_1 L\, {}^l/_2 - X_2 f L + X_2 L y_0 + X_3 L - Pb L_r + PL_r y_0^r = 0,$$

oder wenn man noch die ganze Gleichung durch L dividiert:

$$\text{XII)} \quad X_1\, {}^l/_2 - X_2 (f - y_0) + X_3 = \frac{PL_r}{L} (b - y_0^r).$$

Die Gleichungen X), XI) und XII) stellen wieder die Bestimmungsgleichungen für X_1, X_2 und X_3 dar, aus denen in fast derselben Weise wie für lotrechte Lasten die drei gesuchten Größen bestimmt werden. Subtrahiert man Gleichung XII) von X), so erhält man:

$$X_1 \frac{2(A+B)}{lL} = \frac{PL_r}{L} \left[\frac{2}{CL_r} (E_r - F_r) - y_0^r + \right. \\ \left. + b\left(1 - \frac{2x_0^3}{l}\right) - b + y_0^r\right]$$

oder nach einigen kleinen Umformungen:

$$X_1 = \frac{PL_r l}{2(A+B)} \left[\frac{2}{lL_r} (E_r - F_r) - \frac{2bx_0^r}{l}\right].$$

$$\text{XIII)} \quad X_1 = \frac{P}{A+B} (E_r - F_r - L_r b x_0^r).$$

Für b gleich Null, also den Angriff der wagerechten Kraft im Scheitel würde werden:

$$X_1 = \frac{P}{A+B} [E_r - F_r].$$

Multipliziert man nun Gl. XII) mit $f - y_0$ und addiert Gl. XI) hinzu, so ergibt sich:

$$\text{zu addieren} \begin{cases} - X_1\, {}^l/_2 (f - y_0) + X_2 f \left(f - 2 y_0 + \dfrac{C+D}{fL}\right) - \\ - X_3 (f - y_0) = \\ = \dfrac{PL_r}{L} \left(- fb + y_0^r (b + f) - \dfrac{C_r + D_r}{L_r}\right) \\ \text{und:} \\ X_1\, {}^l/_2 (f - y_0) - X_2 (f - y_0)(f - y_0) + X_3 (f - y_0) = \\ = \dfrac{PL_r}{L} (f - y_0)(b - y_0^r). \end{cases}$$

Durch Addition und einfache Umformungen ergibt sich nun aus diesen Gleichungen:

$$X_2 \left[\frac{C+D}{L} - y_0^2\right] = \\ = \frac{PL_r}{L} \left[b(y_0^r - y_0) + y_0 y_0^r - \frac{C_r + D_r}{L_r}\right],$$

$$\text{XIV)} \quad X_2 = - \frac{PLr}{Ly_0^2 + C + D} \cdot \\ \cdot \left[b y_0^r + y_0 (y_0^r - b) - \frac{C_r + D_r}{L_r}\right].$$

Greift die wagerechte Kraft wieder im Scheitel des Bogens an, wird also b gleich Null, so wird:

$$X_2 = \frac{PL_r}{C + D - Ly_0^2} \left[y_0 y_0^r - \frac{C_r + D_r}{L_r}\right].$$

Um auch X_3 zu erhalten, wird man auch hier die gefundenen Werte von X_1 und X_2 in Gleichung XII) einsetzen. Jedoch gelten für diesen Wert dieselben Bemerkungen, die bereits bei den lotrechten Lasten für X_3 gemacht worden sind. Der Vollständigkeit halber soll die Gleichung auch hier wieder niedergeschrieben werden, die Durchrechnung eines bestimmten Bauwerkes wird man für die Zahlenrechnung jedoch immer auf die unentwickelte Gleichung XII) zurückführen und in diese die Zahlenwerte von X_1 und X_2 einsetzen. Die Gleichung XII) in der abgeänderten Form würde lauten:

$$
16)\qquad 0 = \left\{\begin{aligned}
& X_1 \frac{l^2}{4}\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} - X_1 l\int_{l/2}^{a} x\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\int_{l/2}^{a} x^2\,ds\,\frac{J_s}{J} - \frac{l}{2}X_2 f\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} \\
& + X_1 \frac{l^2}{4}\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} - X_1 l\int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\int_{a}^{-l/2} x^2\,ds\,\frac{J_s}{J} - \frac{l}{2}X_2 f\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} \\
& - X_2\int_{l/2}^{a} xy\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_2 f\int_{l/2}^{a} x\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_2\frac{l}{2}\int_{l/2}^{a} y\,ds\,\frac{J_s}{J} \\
& - X_2\int_{a}^{-l/2} xy\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_2 f\int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_2\frac{l}{2}\int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} \\
& + X_3\frac{l}{2}\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} - X_3\int_{l/2}^{a} x\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\int_{l/2}^{a} \sin^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} \\
& + X_3\frac{l}{2}\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} - X_3\int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\int_{a}^{-l/2} \sin\alpha^2\,ds\,\frac{J_s}{F} \\
& + X_2\int_{l/2}^{a} \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} + X_2\int_{a}^{-l/2} \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} \\
& - \int_{a}^{-l/2} Pb\frac{l}{2}\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_{a}^{-l/2} Py\frac{l}{2}\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_{a}^{-l/2} Pbx\,ds\,\frac{J_s}{J} \\
& - \int_{a}^{-l/2} Pyx\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_{a}^{-l/2} P\sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} = 0.
\end{aligned}\right.
$$

$$
17)\qquad 0 = \left\{\begin{aligned}
& - X_1\frac{lf}{2}\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\frac{l}{2}\int_{l/2}^{a} y\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1 f\int_{l/2}^{a} x\,ds\,\frac{J_s}{J} \\
& - X_1\frac{lf}{2}\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\frac{l}{2}\int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1 f\int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} \\
& - X_1\int_{l/2}^{a} xy\,ds\,\frac{J_s}{J} + f^2 X_2\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} - 2fX_2\int_{l/2}^{a} y\,ds\,\frac{J_s}{J} \\
& - X_1\int_{a}^{-l/2} xy\,ds\,\frac{J_s}{J} + f^2 X_2\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} - X_2\,2f\int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} \\
& + X_2\int_{l/2}^{a} y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_2\int_{a}^{-l/2} y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} \\
& - X_3 f\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} + X_3\int_{l/2}^{a} y\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\int_{l/2}^{a} ds\,\sin\alpha\cos\alpha\,\frac{J_s}{F} \\
& - X_3 f\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} + X_3\int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} + X_1\int_{a}^{-l/2} ds\,\sin\alpha\cos\alpha\,\frac{J_s}{F} \\
& + X_2\int_{l/2}^{a} \cos^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} + X_2\int_{a}^{-l/2} \cos^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} + Pbf\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} - Pb\int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} \\
& - Pf\int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} + P\int_{a}^{-l/2} y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} + P\int_{a}^{-l/2} \cos^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} = 0.
\end{aligned}\right.
$$

$$
18)\qquad 0 = \left\{\begin{aligned}
& + \frac{l}{2}X_1\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} - X_1\int_{l/2}^{a} x\,ds\,\frac{J_s}{J} - fX_2\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} + X_2\int_{l/2}^{a} y\,ds\,\frac{J_s}{J} \\
& + \frac{l}{2}X_1\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} - X_1\int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} - fX_2\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} + X_2\int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} \\
& + X_3\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} + X_3\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} - Pb\int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} + P\int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} = 0.
\end{aligned}\right.
$$

$$\text{XV)}\quad \begin{cases} X_3 = P\Big[-\dfrac{l}{2(A+B)}\left[E_r - F_r - L_r\, b\, x_0^r\right] + \\ \quad + \dfrac{L_r}{C+D-L y_0^2}\,(f-y_0)\Big[y_0\, y_0^r - \\ \quad - \dfrac{C_r+D_r}{L_r}\Big] + \dfrac{L_r}{L}\,(b-y_0^r)\Big]. \end{cases}$$

Hiermit sind in den Gleichungen VII), VIII), IX) und XIII), XIV), XV) die sämtlichen Unbekannten sowohl für lotrechte als auch wagerechte Lasten gefunden*). Prüft man die Gleichungen XIII) und XIV) wieder auf die Maßeinheiten nach, so erhält man:

$$X_1 = \frac{kg}{cm^3 + cm^3}\,[cm^3 - cm^3 - cm^3] = \frac{kgcm^3}{cm^3} = kg.$$

$$X_2 = \frac{kgcm}{cm^3 + cm^3 - cm^3}\Big[cm^3 + cm\,(cm - cm) - \\ - \frac{cm^3 + cm^3}{cm}\Big] = \frac{kgcm^3}{cm^3} = kg.$$

Die Formeln enthalten also die richtigen Einheitsbezeichnungen.

Um nun die so gefundenen Formeln in richtiger und einfacher Weise ausnutzen zu können, fehlt noch die Erklärung der folgenden Gleichungen:

$$\int_{l/2}^{a} ds\,\frac{J_s}{J} + \int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} = \int_{+l/2}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} = L$$

$$\int_{l/2}^{a} x^2\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_{a}^{-l/2} x^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = \int_{+l/2}^{-l/2} x^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = A \qquad \int_{a}^{-l/2} x^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = A_r$$

$$\int_{l/2}^{a} y\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} = \int_{+l/2}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} = L\,y_0$$

$$\int_{l/2}^{a} ds\,\sin^2\alpha\,\frac{J_s}{F} + \int_{\alpha}^{-l/2} ds\,\sin^1\alpha\,\frac{J_s}{F} = \int_{+l/2}^{-l/2} ds\,\sin^2\alpha\,\frac{J_s}{F} = B$$

$$\int_{a}^{-l/2} \sin^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} = B_r \qquad \int_{a}^{-l/2} ds\,\frac{J_s}{J} = L_r$$

$$\int_{l/2}^{a} y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_{a}^{-l/2} y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = \int_{+l/2}^{-l/2} y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = C \qquad \int_{a}^{-l/2} y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = C_r$$

$$\int_{l/2}^{a} \cos^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} + \int_{a}^{-l/2} \cos^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} = \int_{+l/2}^{-l/2} \cos^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} = D \qquad \int_{a}^{-l/2} \cos^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} = D_r$$

$$\int_{a}^{-l/2} x\,ds\,\frac{J_s}{J} = L_r\,x_0^r \qquad \int_{a}^{-l/2} y\,ds\,\frac{J_s}{J} = L_r\,y_0^r$$

$$\int_{a}^{l/2} x\,y\,ds\,\frac{J_s}{J} = E_r \qquad \int_{a}^{-l/2} \sin\alpha\,\cos\alpha\,ds\,\frac{J_r}{F} = F_r$$

Allgemein gilt für alle diese Glieder, daß sie konstant und von der augenblicklichen Laststellung unabhängig sind, wenn sich ihre Grenzen über die gesamte Spannweite, also von $+l/_2$ bis $-l/_2$ erstrecken. Erstrecken sie sich dagegen nur über einen Teil der Spannweite, innerhalb der Grenzen a bis $-l/_2$, so sind sie von der jeweiligen Laststellung abhängig und müssen für jede Laststellung festgestellt werden. In diesem Falle ist ihnen der Index r angehängt worden.

Erklärung von L und L_r.

L ist die Summe aller Glieder $ds\,\frac{J_s}{J}$, L_r ist die Summe der Glieder $ds\,\frac{J_s}{J}$ innerhalb der Grenzen a bis $-l/_2$. Da mit diesen Gliedern, als lotrechte beziehungsweise wagerechte Kräfte aufgefaßt, später Seilecke gezeichnet werden, so können alle Werte, sowohl der von L als auch die von L_r aus dem Kraftecke abgelesen werden. (S. Krafteck I des Zahlenbeispieles auf Tafel II.)

Erklärung von y_0 und y_0^r.

Wie schon aus den Erörterungen beim Zweigelenkbogen hervorgeht, sind die Glieder $\int y\,ds\,\frac{J_s}{J}$ weiter nichts als die Summe der Lasten $ds\,\frac{J_s}{J}$, jede multipliziert mit ihrem Abstande von der Achse. Anstatt nun die Lasten einzeln zu multiplizieren, kann man in zeichnerischer Weise auch die Summe der Lasten mit ihrem mittleren Abstande, der y_0 genannt wird, multiplizieren. Diesen mittleren Abstand y_0 erhält man, wenn man mit den Lasten $ds\,\frac{J_s}{J}$, in wagerechter Richtung als Lasten aufgefaßt, ein Seileck zeichnet und die beiden äußersten Strahlen zum Schnitte bringt. Die Entfernung dieses Schnittpunktes von der X-Achse ist nun nach den Grundlehren der Statik gleich y_0. Nach dieser Ueberlegung erklärt sich y_0^r ohne weiteres so, daß nicht die beiden äußersten Seilstrahlen, sondern die Strahlen, die die Summe der innerhalb der bestimmten Grenzen gelegenen Lasten einschließen, zum Schnitt gebracht werden und die Entfernung dieses Schnittpunktes von der Achse gemessen werden muß. In diesem Falle wird dies immer ein äußerster Strahl mit einem anderen sein, da die eine Grenze immer $l/_2$ ist, also konstant, während die andere a veränderlich ist. (S. Seileck III auf Tafel II.)

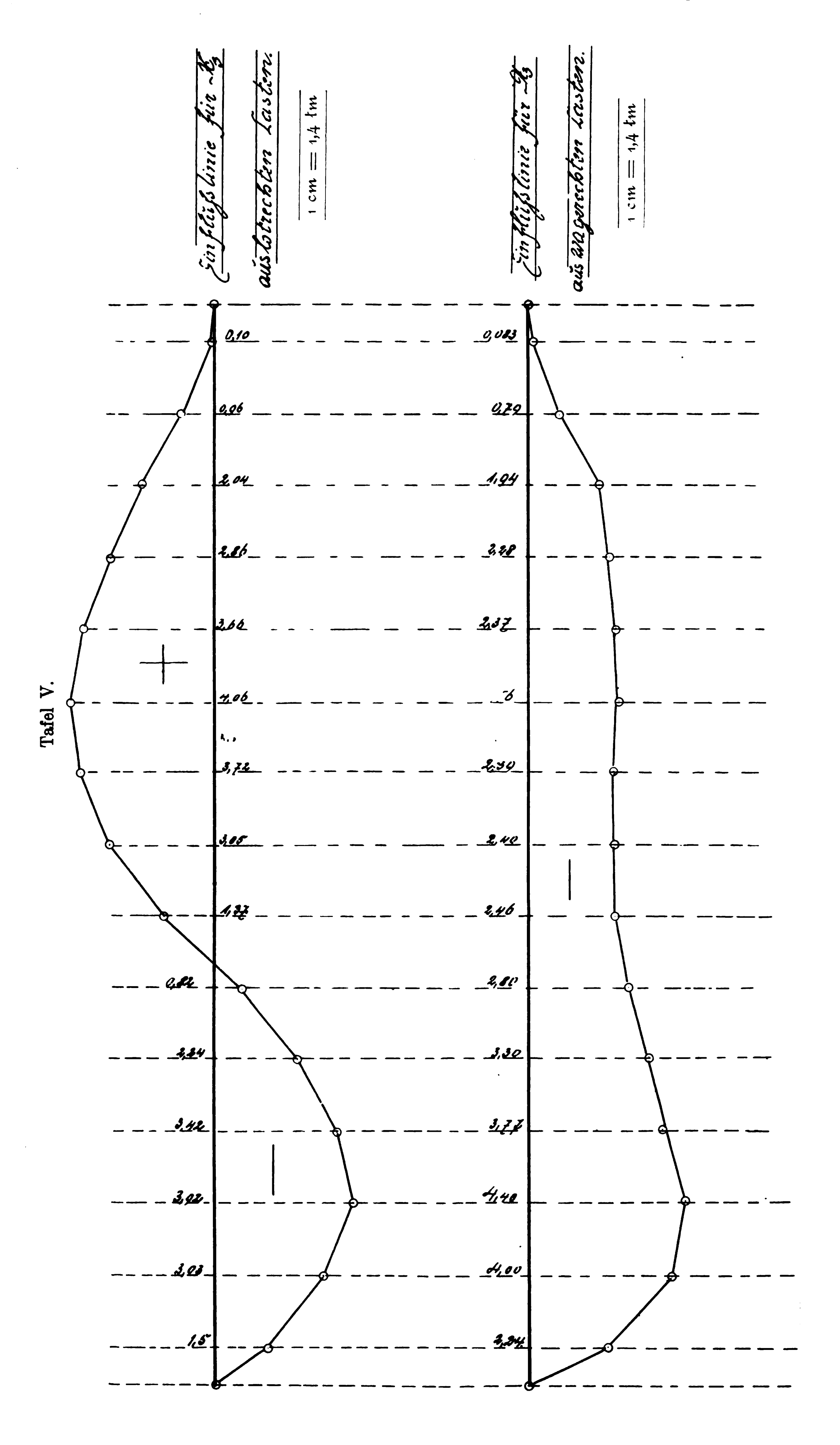
Erklärung von x_0^r.

Genau so wird x_0^r erklärt, mit dem einzigen Unterschiede, daß die Lasten $ds\,\frac{J_s}{J}$ nicht wagerecht, sondern lotrecht aufgefaßt werden müssen, daß also ein anderes Seileck in Frage kommt, und daß nicht die Entfernung des Schnittpunktes der Seilstrahlen von der X-Achse, sondern von der Y-Achse gemessen werden muß. (S. Seileck I des Zahlenbeispieles auf Tafel II.) Zu bemerken ist, daß es bei dieser Wahl des Achsenkreuzes ein x_0, das ja auch in den gesamten Formeln nicht vorkommt, nicht geben kann, da die Y Achse zur Bogenachse symmetrisch liegt, der Schnittpunkt also immer auf die Y-Achse fallen wird und x_0 gleich 0 sein muß. Mit diesen Werten y_0, y_0^r und x_0^r muß L beziehungsweise L_r jedesmal multipliziert werden, um die betreffenden $\int$-Werte zu erhalten.

Erklärung von A und A_r.

A und A_r sind Ausdrücke, die ganz ähnlich gebaut sind wie z. B. ein Trägheitsmoment, das die Form $\int dF y^2$ besitzt, wenn y den Abstand des Flächenteilchens dF von der Achse bezeichnet. Da es nun möglich ist, diese Form

*) Anmerkung: Die den Hauptrechnungsgang angebenden Gleichungen sind in der geführten Untersuchung mit fortlaufenden römischen Ziffern versehen, während die zur Zwischenrechnung unumgänglich nötigen Gleichungen fortlaufend mit arabischen Zahlen benannt worden sind.



Tafel V.

des Trägheitsmomentes auf zeichnerischem Wege durch Zeichnung zweier Seilecke, denen als Lasten die Flächenteile dF zugrunde gelegt sind, herzustellen, so muß sich dies ganz allgemeine Vorgehen auch hier ganz analog verwenden lassen. Der Vorgang ist hier sogar ganz besonders einfach, da eins von den erforderlichen Seilecken schon zur Festlegung von x_0^r gezeichnet worden ist. Es hat also weiter nichts zu geschehen, als daß die Abschnitte, die die Seilstrahlen des Seileckes, das durch die Lasten $ds\,\frac{J_s}{J}$, im lotrechten Sinne aufgefaßt, entstanden ist (also Seileck I auf Tafel II des Zahlenbeispieles), auf der Y-Achse abzuschneiden, wieder als Lasten, nun also sozusagen als Lasten zweiter Ordnung im lotrechten Sinne aufgefaßt werden und zu diesen Lasten ein zweites Krafteck und Seileck gezeichnet wird. (S. Seileck II auf Tafel III des Zahlenbeispieles.) Dieses Seileck wird immer eine doppelgekrümmte S-förmige Gestalt annehmen, da das Krafteck in sich selbst zurückläuft und die Lastabschnitte auf der Y-Achse für die Hälfte aller Werte nach unten, für die andere Hälfte nach oben gerichtet sind. Um nun den Wert von A zu finden, ist der Abschnitt, der auf der Y-Achse von den äußersten Strahlen des zweiten Seileckes abgeschnitten wird, zu messen, A ist dann gleich diesem Abschnitt multipliziert mit $H_1 \cdot H_2$, wenn H_1 die Polweite des ersten Seileckes, H_2 die Polweite des zweiten Seileckes bezeichnet. Für den Maßstab dieses Wertes ist zu beachten, daß infolge der doppelten Multiplikation mit H_1 und H_2 der Längenmaßstab der Zeichnung im Quadrate zum Ausdrucke kommt. Ist also r Längenmaßstab der Zeichnung, n Maßstab für die Auftragung der gedachten Kräfte im Krafteck I und η der angedeutete Abschnitt auf der Y-Achse, so ist:

$$A = \eta \cdot H_1 \cdot H_2 \cdot r^2 \cdot n \cdot (cm^3).$$

Genau dieselben Ueberlegungen sind gültig für die Ermittelung von A_r. Nur entsteht η nicht als Abschnitt zwischen den beiden äußersten Seilstrahlen, sondern als Abschnitt zwischen dem ersten und einem bestimmten Seilstrahle auf der Y-Achse, der durch die gerade untersuchte Laststellung festgelegt wird. Es müssen eben jedesmal die beiden Strahlen mit der Achse zum Schnitt gebracht werden, die die den augenblicklichen Grenzen entsprechenden Lasten einschließen.

Erklärung von C und C_r.

Wie der Wert von A abgeleitet worden ist aus der Zeichnung zweier Seilecke, hervorgegangen als Lasten $ds\,\frac{J_s}{J}$, genommen in lotrechter Richtung, so ist C abzuleiten aus den beiden entsprechenden Seileken der Lasten $\frac{J_s}{J}\,ds$, genommen in wagerechter Richtung. Auch hier entsteht das zweite Seileck wieder aus dem ersten, in dem die Abschnitte des ersten Seileckes auf der X-Achse als wagerechte Lasten aufgefaßt werden. Auch hier wieder ist das erste erforderliche Seileck schon zur Ermittelung von y_0 und y_0^r gezeichnet. (S. Kraftecke und Seilecke III und IV des Zahlenbeispieles auf Tafel II.) Ist also H_3 die Polweite des ersten, H_4 die des zweiten Kraftecke, und ist η_1 der Abschnitt, der von den äußersten Strahlen des zweiten Seileckes auf der X-Achse abgeschnitten wird, so ist:

$$C = \eta_1 \cdot H_3 \cdot H_4 \cdot r^2 \cdot n \ (cm^3),$$

wenn r wieder den Längenmaßstab der Zeichnung, n den der gedachten Kräfteauftragung bedeutet. Genau dasselbe gilt wieder für C_r, wo analog A_r nur wieder der richtig begrenzte Abschnitt auf der X-Achse genommen werden muß.

Erklärung von E_r.

Der Wert E selbst kommt in der Untersuchung nicht vor, da er, wie schon angegeben ist, bei der Wahl des Achsenkreuzes gleich Null wird. Mußten bei A die Lasten nur in lotrechter, bei C nur in wagerechter Richtung aufgefaßt werden, so müssen sie, wie schon der Bau der Glieder zeigt (xy), für die Herstellung des Wertes von E_r einmal lotrecht und einmal wagerecht aufgefaßt werden. Der Bau von E_r entspricht also nicht mehr einem Trägheitsmoment, sondern hat die Form eines Zentrifugalmomentes $\int dFxy$ angenommen, wo an Stelle von dF wieder $ds\,\frac{J_s}{J}$ getreten ist. Hiernach ergibt sich die Bestimmung des Wertes E_r wie folgt: Es ist ein Seileck zu zeichnen aus $\int ds\,\frac{J_s}{J}$, im lotrechten Sinne genommen, und aus den Abschnitten dieses Seileckes auf der Y-Achse, aber jetzt genommen in wagerechter Richtung, das zweite Seileck. Diese Ermittelungen sind fast alle schon zur Feststellung von A gemacht worden. Das erste Seileck und Krafteck und das zweite Krafteck (s. Seileck I und Krafteck I und II des Zahlenbeispieles auf Tafel II) sind schon vorhanden, so daß nun bloß Krafteck II noch um 90 Grad gedreht werden muß, um das zweite Seileck zeichnen zu können. (S. Krafteck V und Seileck V des Zahlenbeispieles auf Tafel III.) Dies Seileck V wird immer mit seinem zweiten Aste in sich selbst zurücklaufen, was wieder darauf zurückzuführen ist, daß auch das Krafteck in sich zurückläuft und die Kraftsumme 0 enthält. Wird nun der Abschnitt, den die Seilstrahlen dieses zweiten Seileckes, die die innerhalb der augenblicklichen Grenzen befindlichen Lasten einschließen, auf der X-Achse abschneiden, mit η_2 bezeichnet, hat das erste Seileck die Polweite H_5, das zweite die Polweite H_6, so ist:

$$E_r = \eta_2\, H_5 \cdot H_6 \cdot r^2 \cdot n \ (cm^3).$$

Erklärung von B, B_r, D, D_r, F_r.

Es sind dies wieder wie beim Zweigelenkbogen die aus der Längskraft entstehenden Beiträge zu X_1, X_2 und X_3, während die bis jetzt behandelten Glieder den Momentenbeiträgen entsprangen. Sie enthalten also alle $\sin\alpha$ bzw. $\cos\alpha$, und ihre Ermittelung geschieht in genau der gleichen Weise, wie es ausführlich schon bei der Untersuchung des Zweigelenkbogens angegeben worden ist. Zu bemerken ist auch hier wieder, daß bei diesen Gliedern bezüglich des Vorzeichens mit Vorsicht vorgegangen werden muß. Infolge ihrer quadratischen Form müssen B, B_r, D, D_r immer positiv sein, während F_r je nach Wahl der Grenzen positiv oder negativ sein kann.

Hiermit sind nun die sämtlichen Integralswerte erklärt, und es ist gezeigt worden, wie sich in einfacher Weise vermittels fünf Seilecken, von denen eins aus dem anderen hervorgeht, die statisch unbestimmten Größen ermitteln lassen. Es ist gelungen, einfache und wenigstens für X_1 und X_2 schlüssige, aber doch ganz allgemeine Formeln herzustellen, die den Bedingungen, die in der Einleitung ausgesprochen worden sind, entsprechen. Damit kann diese Untersuchung als abgeschlossen gelten. Bevor jedoch dazu übergegangen wird, die für den Zweigelenkbogen und den gelenklosen Bogen gefundenen Verfahren durch je ein Zahlenbeispiel zu erläutern, sollen noch in allgemeiner Weise Verhältnisse beleuchtet werden, die für jedes statisch unbestimmte Bauwerk von größter Wichtigkeit sind, nämlich der Einfluß von Wärme und lotrechten und wagerechten Lagerverschiebungen, sowie für den gelenklosen Bogen der Einfluß der teilweisen Einspannung auf die Spannungen. Es wird gezeigt werden, daß auch hier das gefundene Verfahren verwendbar bleibt.

(Fortsetzung folgt).

Kleine Mitteilungen.

Angelegenheiten des Vereins.

Versammlungsberichte.

Vereinsversammlung am 15. Januar 1913.

Vorsitzender: Herr Schleyer.
Schriftführer: Herr Kellner.

Anwesend: 62 Mitglieder und Gäste.

Auf Vorschlag des Wahlausschusses werden für das Jahr 1913 in den Vorstand gewählt die Herren:
Geh. Baurat Prof. W. Schleyer, Vorsitzender,
Baudirektor A. Bock, Stellvertreter des Vorsitzenden,
Dipl.-Ing. C. Kellner, Schriftführer,
Baurat Becker, Stellvertreter des Schriftführers,
Geheimrat Nessenius, Kassen- und Rechnungsführer,
Prof. Dr.-Ing. Michel, Bibliothekar,
Baurat Mangelsdorff, Magistratsbaurat de Jonge, } ohne besonderes Amt.

In den Vergnügungsausschuß die Herren: Regierungsbaumeister Debo und Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Meyer.

Herr Baurat Kleinert dankte für den Verein dem alten Vorstande für seine Tätigkeit.

In den Verein wurden die Herren Regierungsbaumeister Kaiser in Coesfeld und Dipl.-Ing. Rode in Berlin als ordentliche Mitglieder aufgenommen.

Vom Hauptverein für Volkswohlfahrt in Hannover ist eine Einladung ergangen, sich zu der Errichtung einer zentralen Bauberatungsstelle zu äußern. Nach Erörterung der Gründe, welche gegen und für die Einrichtung solcher Bauberatungsstellen sprechen, wird beschlossen, zunächst zu der am 18. Januar stattfindenden Versammlung des Hauptvereines die Herren Architekt Börgemann, Prof. Kanold und Prof. Dr.-Ing. Michel als Vertreter zu entsenden und erst späterhin zu der Frage Stellung zu nehmen.

Sodann hielt Herr Oberbaurat E. Ottmann einen Vortrag über den Ems-Weser-Kanal. Der Ausbau des Rhein-Weser-Kanales mit dem Anschlußkanal nach Hannover erfolgt nach dem Wasserstraßengesetz vom 1. April 1905 mit einem Kostenaufwand von 250 750 000 M., wovon jedoch 5 000 000 M. für besondere Zwecke der Landeskultur bestimmt sind. Die Ausführung erfolgt in drei Abschnitten. Die 38 ^{km} lange Verbindung zwischen dem Rhein und dem Dortmund-Emskanal bei Herne stellt die Kanalbaudirektion Essen her, ebenso für die Kanalspeisung den Lippe-Seitenkanal von Hamm bis Datteln und die Kanalisation der Lippe von Wesel bis Datteln und von Hamm bis Lippstadt. Den zweiten Abschnitt bildet die 104 ^{km} lange Strecke des Dortmund-Emskanales von Herne bis Bevergern. Die nötigen Ergänzungsbauten führt die Verwaltung des Dortmund-Emskanales aus. Die Weserstrombauverwaltung bewirkt die Erbauung eines Weserwehres nebst Schiffsschleuse bei Dörverden, der Edertalsperre bei Hemfurt, der Diemeltalsperre bei Helminghausen und der damit verbundenen Kraftwerke. Die Herstellung des Ems-Weserkanales von Bevergern bis Minden und des Anschlußkanales von Minden bis Hannover, ferner der Ausbau des zweischiffigen Zweigkanales nach Linden und des einschiffigen Zweigkanales nach Osnabrück obliegt der Kanalbaudirektion in Hannover.

Die Länge des Kanales von Hannover bis zum Rhein beträgt 315 ^{km}, wovon 210 ^{km} schleusenfrei bleiben, nämlich 173 ^{km} von Hannover bis Bevergern und 37 ^{km} auf dem Dortmund-Emskanal von Bevergern bis zur Schleuse am Abzweig nach Münster. Der 35 ^{m} hohe Anstieg vom Rhein bis Herne erfolgt mittels sieben Schleppzugschleusen. In dem 13,63 ^{km} langen Zweigkanal nach Osnabrück wird der Aufstieg zum Stadthafen durch zwei Schleusen von je 4,75 ^{m} Gefälle vermittelt. Bei Minden erfolgt der Kanalabstieg zur Weser durch eine Schachtschleuse von etwa 14 ^{m} Gefälle. 8 ^{m} Gefälle sind beim Lindener Hafen durch eine Schachtschleuse mit Sparbecken zu überwinden. Für den Leineabstieg wird eine Kammerschleuse von 2,5 ^{m} Gefälle erbaut. Alle Schleusen erhalten 10 ^{m} Breite und 85 ^{m} nutzbare Länge, so daß mit einem 600 ^{t}-Schiff der Schleppdampfer gleichzeitig geschleust werden kann.

Das zweischiffige Kanalprofil hat 16 ^{m} Sohlenbreite und 2,5 ^{m} Wassertiefe unter dem normalen Kanalspiegel. Von der Mitte aus, in der die Sohle noch besonders um $^{1}/_{2}$ ^{m} vertieft ist, steigt das Kanalprofil parabelförmig mit Steigungen von 1 : 16, 1 : 4, 1 : 2,5 und 1 : 1,5 bis zum Leinpfad an. Der normale Wasserspiegel hat 31 ^{m} Breite und liegt auf + 49,80 über N. N. Der wasserhaltende Querschnitt beträgt 65,5 ^{qm} und bei um 0,50 ^{m} höherem, angespanntem Wasserspiegel 81,5 ^{qm}. Das Verhältnis des eingetauchten Schiffsquerschnittes zum Wasserprofil beträgt normal 1 : 4, bei Begegnung zweier vollbeladener Kähne 1 : 2,3. Der einschiffige Zweigkanal nach Osnabrück hat 54,3 ^{qm} Wasserquerschnitt und das Tauchverhältnis 1 : 3. — Zur Herstellung des Kanalprofiles sind über 28 000 000 ^{cbm} Erde zu bewegen. Gearbeitet wird hauptsächlich mit Trockenbaggern mit hängender oder stehender Baggerleiter, an einigen Stellen mit Dampfschaufeln und nur an einer Moorstrecke mit Schwimmbagger. Englische steuerbare Motorwalzen von 5 ^{t} Gewicht dienen zum Zusammenpressen der angeschütteten Dämme und der Tondichtungen. Bei Verwendung von Preßluftstampfern war die Wirkung so gut, daß Lehm nur in einer Lage eingebracht werden mußte. Der gestampfte Lehm wurde fester, als er in der Grube war. Die Kanalufer erhalten zur Befestigung bis 0,5 ^{m} unter dem niedrigsten und über dem höchsten Wasserstand Steinschüttungen.

Eine Anzahl Sicherheitstore mit 3 ^{m} hohen Eisentafeln sind angeordnet. Die Spiegelbreite wird bei diesen von 31 ^{m} auf 24 ^{m} eingeschränkt. An 156 Stellen werden Düker ausgeführt, hiervon einer an der Hase dreiteilig. Nur an wenigen Stellen können die den Kanal kreuzenden Wasserläufe mittels Durchlässen weitergeführt werden. Die Dükeranlagen sind möglichst mit Kanalentlastungsvorrichtungen und Hochwassereinläufen ausgestattet. Mit den Dükern verbundene Ueberlaufrohre sollen eine unzulässig hohe Anstauung des Kanalspiegels verhindern. Nur an vier Stellen war die Herstellung von Unterführungen möglich. 178 Brücken dienen der Ueberführung von Straßen und 15 für die der Eisenbahn. Um die Höhe der Brückenkonstruktion und der Rampen möglichst gering zu halten, sind die Brücken meist aus Eisen als Trapezträger für die Eisenbahn und als Halbparabelträger für die Straßen ausgeführt. Die Breite zwischen den Hauptträgern beträgt 3,7 ^{m}, 4,5 ^{m}, 6,1 ^{m} und 7,5 ^{m}, die lichte Höhe vom angespannten Kanalspiegel bis Brückenunterkante mindestens 4 ^{m}. Die Kaiserbrücke bei Hannover wird 18 ^{m} breit. Bei Eisenbahnbrücken und besonders schiefen Straßenbrücken erfolgt eine Einschränkung auf 36 ^{m} lichte Weite, wenn dadurch eine nennenswerte Gewichtsverringerung und Kostenersparnis erzielt wird, alle übrigen Brücken weisen 41 ^{m} Stützweite auf. In Eisen

beton werden 20 Brücken meist als Dreigelenkbogen mit bis auf $^1/_{12}$ heruntergehendem Pfeilverhältnis und zwei als Bogenbrücken mit angehängter Fahrbahn ausgeführt. Die Fußwege werden meist seitlich ausgekragt. Der Berechnung wurde eine zulässige Beanspruchung von 50 $^{kg}/_{qcm}$ Druck und 20 $^{kg}/_{qcm}$ Zug zugrunde gelegt. Für Herstellung reiner Betonbrücken war nur an zwei Stellen genügende Konstruktionshöhe vorhanden.

Die Kanalspeisung erfolgt durch den Lippezubringer, zeitweise auch durch das Lippepumpwerk bei Olfen und im großen Umfang aus der Weser. Ein in Minden zu erbauendes Kanalpumpwerk wird auf dem linken Weserufer mit 16, auf dem rechten mit 4, also mit zusammen 20 ^{cbm} sekundlicher Pumpenleistung ausgebaut. Eine Trennung der Pumpwerke ist vorgenommen, um im Falle einer Störung beide Kanalhälften für sich im Betriebe halten zu können. Für den Kanalbetrieb sind 7,5 ^{cbm} sekundlich erforderlich, somit können bis 12,5 Sekundenkubikmeter für Meliorationszwecke abgegeben werden. Für den Ausgleich der Wasserentnahme, ferner für die Erhöhung des Niedrigwassers der Weser und zum Schutze gegen Hochwasser werden die Edertalsperre bei Hemfurth mit 202 000 000 ^{cbm} und die Diemeltalsperre bei Helminghausen mit 20 000 000 ^{cbm} Fassungsraum erbaut. Die Talsperren dienen gleichzeitig in großzügigster Weise der Krafterzeugung zur Versorgung ihrer weitesten Umgebung. Die Kraft für den elektrischen Antrieb des Pumpwerkes in Minden wird von der 82 ^{km} unterhalb liegenden Weserstauanlage in Dörverden geliefert. Der Abstieg zur Weser bei Minden geschieht durch eine Schachtschleuse von 14 ^{m} Gefälle. Sparbecken ermöglichen beim Betrieb dieser Schleuse 70 $^0/_0$ Wasserersparnis. Die Ueberführung des Kanales über die Weser erfolgt durch eine massive Brücke mit zwei Stromöffnungen von je 50 ^{m} und 6 Flutöffnungen von je 30 ^{m}. Auf jeder Seite des 24 ^{m} breiten Kanaltroges befindet sich das Planum für die spätere elektrische Treidelei. Die Hase überschreitet der Kanal mit unverändertem Profil, die Leine mit zwei Brücken von je drei Oeffnungen mit massiven Pfeilern und eisernen Ueberbauten.

Bei Minden werden umfangreiche Verkehrs- und Hafenanlagen ausgeführt. Eine größere Anzahl ländlicher Gemeinden und kleinerer Städte errichten ein- und zweischiffige Ufereinschnitte mit und ohne Gleisanschluß. Gut ausgestattete Hafenanlagen errichten Osnabrück und der Georgs-Marien-Bergwerks- und Hüttenverein. Eine größere Hafenanlage mit Anschluß an die Kreisbahn wird bei Wunstorf beabsichtigt. Linden wird vermutlich einen Hafen im Fössefelde und Hannover einen Hafen an der Leine im Stapel ohne Gleisanschluß erbauen. Hannover ist ferner an einer G. m. b. H. beteiligt zur Erbauung eines 700 ^{m} langen Umschlags- und Industriehafens, der Eisenbahn- und Straßenbahnanschluß erhält.

Für den ganzen Kanal ist das staatliche Schleppmonopol festgesetzt. Solange der Jahresverkehr 4—5 000 000 ^{t} nicht überschreitet, erfolgt der Betrieb mit Schleppdampfern, späterhin wird die elektrische Treidelei eingeführt. Alle Bauwerke sind jedoch so ausgeführt, daß auf den Leinpfaden jederzeit elektrische Lokomotiven verkehren können. Bis zum Frühjahr 1914 wird der Dortmund-Emskanal von seiner Abmündung aus dem Dortmund-Emskanal bis über Wunstorf hinaus sicher fertiggestellt sein. Die Anschlagsbeträge werden für den Grunderwerb erheblich, für die Bauausführung nicht überschritten werden. Drei Kanalbetriebsämter, je eines in Osnabrück, Minden und Hannover, und ein Maschinenbauamt in Minden sollen errichtet werden.

Der überaus interessante, von vielen Lichtbildern begleitete Vortrag fand größten Beifall und wärmsten Dank seitens aller Anwesenden, dem der Vorsitzende noch besonderen Ausdruck verlieh.

Vereinsversammlung am Mittwoch, den 5. Februar 1913.

Vorsitzender: Herr Schleyer.
Schriftführer: Herr Kellner.
Anwesend: 18 Mitglieder und Gäste.

Es werden neu aufgenommen als ordentliches Mitglied Herr Stadtbauinspektor Martens in Linden und als außerordentliche Mitglieder die Herren cand. arch. A. Falke und cand. arch. Hallbauer.

Die der Rechnungsprüfungskommission im vergangenen Vereinsjahre angehörenden Herren Funk, Knoch und Zisseler werden wieder in dieselbe für das kommende Jahr gewählt.

Herr Schleyer berichtet über den überaus gelungenen Verlauf des Vereinsfestes am 2. Februar und dankt namens des Vereines dem Vergnügungsausschuß, den Herren Debo und Dr.-Ing. Meyer sowie den Herren Regierungsbauführern Kellermann und Mohr und cand. arch. A. Falke für die vorzügliche Vorbereitung und die glänzende Durchführung des Festes.

Bezüglich des Wettbewerbes Geestemünde wird beschlossen, es dem Magistrat zu überlassen, den Teilnehmern des Wettbewerbes eine Wahllösung bezüglich der Platzaufteilung freizustellen.

Herr Direktor W. Anderson hielt einen Vortrag über die neue Gasanstalt in Linden.

Das Gebiet links der Leine, die Stadt Linden mit den Vororten, mit einer Einwohnerzahl von zirka 90 000 Seelen wird seit 1912 getrennt von Hannover mit Gas versorgt. Bei der vorwiegend vorhandenen Land- und Arbeiterbevölkerung beträgt die Jahresabgabe zunächst 5 000 000 ^{cbm} Gas oder 55 ^{cbm} pro Kopf. Die Anlage ist für die Herstellung von 40 000 ^{cbm} Gas im Tag ausgebaut. Die Möglichkeit einer Erweiterung bis zu einer sechsfach größeren Leistung ist vorgesehen.

Die neue Gasanstalt liegt im Zentrum des Versorgungsgebietes auf einem 17$^3/_4$ Morgen großen Grundstück. Dieses hat Bahnanschluß und kann auch späterhin an den Lindener Hafen des Rhein-Leine-Kanales angeschlossen werden. Auf dem Grundstücke sind Gleisverbindungen zum Kohlenlager, Ofen-, Kessel- und Reinigerhaus ausgeführt. Die Wagen werden auf den Gleisen mittels elektrisch betriebener Winden und Seilrollen bewegt. Kohlenentladungs- und Aufstapelungsvorrichtungen für das Kohlenlager werden erst nach der Vollendung des Kanales hergestellt werden. Vor dem Ofenhaus werden die Kohlen direkt und die Kohlenbrechergruben am Kopfende des Ofenhauses abgeladen. Von hier fördern Elevatoren, von je 30 ^{t} Stundenleistung die Kohlen in je 10 ^{t} fassende Bunker 19,20 ^{m} hoch, und von hier werden die Kohlen durch Kippwagen in die einzelnen Bunker über den Retorten gefüllt. Alle Bunker fassen zusammen 412 ^{t} Kohlen, welche für 48 Stunden bei vollem Betriebe ausreichen. Neben den Kohlenbrechergruben fördern zwei elektrisch betriebene Fahrstühle den Koks für die Generatoren. Vom Ofenhaus ist zunächst nur die Hälfte des ersten Hauses mit 10 Oefen mit je 18 Vertikalretorten von 5 ^{m} Länge ausgebaut. Der Koks wird in zwei unterhalb der Retorten angeordneten Koksförderrinnen gelöscht und nach dem Koksbehälter gefördert. Dieser faßt 85 ^{t} Koks und genügt für die Koksausbeute von zirka 16 Stunden, solange nur 10 Oefen ausgebaut sind. Ferner befindet sich vor dem Kopfende des Ofenhauses noch das Kokssilo für den Kleinkoks. Silo und Behälter sind mit Siebanlage versehen.

Neben dem Ofenhaus befindet sich das Kesselhaus mit dem Pumpen- und Hochbehälterraum und den Räumlichkeiten für die Arbeitsleute. Zunächst sind zwei Zweiflammrohrkessel von je 80 ^{qm} Heizfläche aufgestellt. Es ist für insgesamt sechs Kessel Raum vorhanden. Der Schornstein ist so groß, daß er für alle sechs Kessel

genügt. Zwischen Kessel- und Ofenhaus, vor diesen liegen die Ammoniak- und Teergruben. Diese insgesamt sechs Gruben mit zusammen 380 ^{cbm} Fassungsraum sind in einem rechteckigen Kasten von 8,5 ^{m} mal 19 ^{m} zusammengelegt, der 80 ^{cm} mit der Decke unter der Erdoberfläche mit einer lichten Höhe von 3 ^{m} in Eisenbeton ausgeführt ist. Hinter dem Kesselhaus und neben dem Ofenhaus befindet sich das Apparategebäude, welches zunächst für die Aufnahme von drei Satz Apparaten für je 40 000 ^{cbm} tägliche Leistung ausreicht Jede Apparatenanlage besteht aus Röhrenwasserkühler, Exhaustor mit Umlaufregler, Teerscheider und Ammoniakwäscher. Naphthalin- und Cyanwäscher wurden zunächst nicht aufgestellt. Das Reinigerhaus mit vier Kästen von je 60 ^{qm} für 40 000 ^{cbm} Tagesleistung befindet sich in einer Flucht mit dem Kesselhaus. Die Reinigung erfolgt ausschließlich mittels Eisenoxydmasse, die in vier Lagen übereinander auf Holzhorden gelagert ist. Der 30 000 ^{cbm} fassende Gasbehälter ist dreiteilig. Er befindet sich in einem Stahlbassin von 38,6 ^{m} Durchmesser und 10,20 ^{m} Höhe. Die einzelnen Schüsse sind zirka 10 ^{m} hoch und haben Durchmesser von 36,38 ^{m}, 37,18 ^{m} und 38,20 ^{m}. Die Gesamthöhe bei voller Füllung beträgt zirka 40 ^{m}. Am Eingang zum Werke befinden sich das Gasmesser- und Reglerhaus sowie das Verwaltungsgebäude. Neben diesem ist die Werkstelle mit Tischlerei, Schmiede und Schlosserei. Sämtliche Leitungen für Gas, Dampf, Wasser, Elektrizität sind möglichst in einem leicht zugänglichen Rohrkanal vereinigt, der sich vom Eingang zur Anstalt bis zum Ofenhaus erstreckt.

Die ganze Anlage wurde großenteils in eigener Regie in 15 Monaten fertiggestellt. Sie ist erbaut nach den Plänen und unter Leitung des Herrn Direktors W. Anderson.

Der Vortragende fand mit seinen Ausführungen bei den Anwesenden lebhaftesten Beifall.

Vereinsversammlung am 19. Februar 1913.
Vorsitzender: Herr Schleyer.
Schriftführer: Herr Becker.
Anwesend: 20 Mitglieder und Gäste.

Nach Besprechung der Eingänge, Vorschlag der „Technischen Monatshefte", Stuttgart, zur Verbindung mit der Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieurvereins (abgelehnt), Preisaufgaben des Berliner Architektenvereins, Ziele der Leineabteilung der Gesellschaft für Wasserwirtschaft im Harz, wird in die Erörterung der von der Verbandsleitung vorgeschlagenen Wettbewerbsgrundsätze eingetreten, die im allgemeinen zustimmend beurteilt werden; im einzelnen wird betont, daß der Preis auf die Architektenbesoldung angerechnet werden kann, daß die Preisbemessung für städtebauliche Arbeiten eine bessere Grundlage erhalten soll, und daß die Preisrichter ein Anrecht auf Besoldung haben sollen.

Ferner wurden die von Dr.-Ing. Ritzmann vorgeschlagenen Leitsätze für die Neuorganisation des Verbandes besprochen, nachdem bei der letzten Abgeordnetenversammlung die Einholung der Ansichten der Einzelvereine beschlossen war. Im allgemeinen wurde empfohlen, daß die Einzelvereine mit ihren Vorständen in Tätigkeit bleiben sollen und nur ein Gesamtvorstand unter Aufhebung der bisherigen Verbandsvorstände unter genauer Abgrenzung seines Tätigkeitsgebietes gewählt werden soll. Eine weitere Stellungnahme wird bis auf eine eingehendere Klärung der Einzelfragen durch die Kommission der Vertreter des Verbandes und des Bundes deutscher Architekten hinausgeschoben.

Als Mitglieder werden in den Verein aufgenommen die Herren Professor Brugsch, Professor Dr. Müller, Regierungs- und Baurat Bolte, als außerordentliches Mitglied Herr Stud. Suhrmann.

Alsdann hielt Herr de Jonge einen Vortrag über „Neuere Auffassungen auf dem Gebiete des Städtebaues" unter Beziehung auf die Verhandlungen während der Städtebauausstellung in Düsseldorf. Der Vortragende bemängelt das Uebergewicht der polizeilichen Einwirkung bei der Baupolizeiordnung und der Wohnungsaufsicht unter Zurückdrängung der Tätigkeit der Gemeinde. Insbesondere habe die Polizei bei der Berliner Bauordnung vollständig versagt, indem sie die Schaffung des Hinterhaussystems nicht verhindern konnte. Das persönliche Eingreifen sozial weitschauender Persönlichkeiten (Gräfin Poninski) und wirtschaftlicher Verbände hat mehr erreicht. Das Wohnungsbedürfnis soll über die Beengung durch Vorschriften hinaus zwingend sein, daher sollen Dispense in weitgehendem Maße zur Anwendung kommen. Nur wo ein wichtiges Gemeindeinteresse auf dem Spiele steht, soll dieses vor das individuelle Bedürfnis gehen. Eine Besserung wird erwartet von einer Aenderung des Fluchtliniengesetzes und des Hypothekengesetzes und von dem Eintreten des Kapitals der großen Betriebe und Verbände.

Weiter wird die Fernversorgung der Städte durch Gas und Elektrizität in größerem Maße empfohlen. Besonders die hierdurch bedingte Einschränkung des Kohlentransportes bedeutet eine wesentliche Erleichterung der Verkehrsverhältnisse; auch die Einschränkung der Rauch- und Rußplage wird hiervon erwartet. Die große Bedeutung der Gasfrage ergibt sich aus dem Umstande, daß Berlin in einem Jahre einen Zuwachs von 40000 Gaskonsumenten erhalten hat.

Als schwerwiegendes Hindernis für die städtische Entwickelung wird der Keil bezeichnet, den die Bahnhofsanlagen in die großen Städte eintreiben. Diesen Fehler suchen die Entwürfe von Professor Blum für Berlin und Düsseldorf bewußt zu meiden. Auch auf diesem Gebiete wird eine Milderung des Gesetzes zugunsten der Gemeinden erwartet.

In der Frage der Bodenpolitik wird eine größere Ausdehnung des Erbbaurechts befürwortet, dem unser Hypotheken- und Kreditwesen vorläufig noch entgegensteht. Die bisherigen städtischen Bestrebungen haben insofern versagt, als der Zeitabstand des Grundstücksverkaufs bis zu seiner endgültigen Bebauung eine ungeheure Preis- und Aufwandssteigerung für Stadt und Baulustige gezeitigt hat, dem kein Spekulationsgewinn gegenübersteht (Frankfurt a. M.). Das Vorgehen Hannovers, keine Straßen anzulegen, ehe die Bebauung gesichert ist, hat sich demgegenüber bewährt. Die von Haberland (Berlin) aufgestellten Tabellen geben ein Bild der obigen ungünstigen Grundstückskostenverhältnisse.

In ästhetischer Beziehung wird noch einer weitgehenderen Einbeziehung offener Wasserläufe in das Städtebild das Wort geredet, die um so durchführbarer werde, als die konsequente Kanalisation die Wasserläufe rein erhält.

Mit einem Hinweis auf die städtebaulich vorbildliche Stadt Essen schließt der Vortrag.

In der anschließenden Diskussion werden die geäußerten Bedenken gegen die Gasfernleitung mit Rücksicht auf die technische Beschränkung (Rohrdruck usw.) auf die zu erwartenden Fortschritte der Wissenschaft vertröstet. Als praktisches Beispiel wird eine Fernversorgung Hannovers durch das Kohlengebiet Barsinghausen angeführt. Dem Bedenken wegen Platzmangels für die Hinauslegung der großen Güterbahnhöfe wird entgegengehalten, daß die Güterbahnhöfe infolge Einschränkung des Kohlentransportes bedeutend kleiner werden können.

Zeitschriftenschau.

A. Hochbau,

bearbeitet von Reg.-Baumeister Dr.-Ing. Meyer in Hannover.

Kunstgeschichte.

Schloß Benrath am Rhein; Arch. Nicolas de Pigage, 1721—1796. Text von Regierungsbaumeister Michael in Berlin. — Mit Textfig. und Bildbeilagen. (Deutsche Bauz. 1912, S. 49, 73, 81, 89.)

Le Mont St. Michel. — Mit zahlreichen Textfig. und Bildbeilagen. (Deutsche Bauz. 1912, S. 299, 302.)

Französische Schmucktore des 18. Jahrhunderts. Kurze Abhandlung von Klaiber in Gmünd. — Mit Textfig. und 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1912, S. 153.)

Oeffentliche Bauten.

Gebäude für kirchliche Zwecke. Neue evang. Kirche in Langerfeld bei Barmen; Arch. Fritsche in Elberfeld. Baukosten 148000 M. — Mit Textabbild. (Baugew.-Z. 1912, S. 751.)

Evangelische Kirche in Bremerhaven (Wettbewerb). Bedingungen des Ausschreibens; Gutachten des Preisgerichts; Abbildung der besten Entwürfe. I. Preis an Usadel in Hannover. — 37 Tafeln. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 328.)

Entwurf für den Neubau einer Kirche nebst Pfarr- und Gemeindehaus in Chemnitz; Arch. Straumer in Berlin. — Mit Textfig. und 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1912, S. 493.)

Engerer Wettbewerb für den Ausbau des Domes in Freiburg in Sachsen (s. **1913**, S. 157). Abbild. der Entwürfe von Schmitz, Kreis und Billing. — Mit Textfig. und 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1912, S. 41.)

Neue Christuskirche in Mannheim; Arch. Baurat Fey † und Regierungsbaumeister Schrade in Stuttgart. Mit 2 Pfarrhäusern und Konfirmandensälen. Modernes Barock. 1200 Sitzplätze. 1166000 M. Baukosten. — Mit Textfig., Tafeln und 2 Bildbeilagen. (Deutsche Bauz. 1912, S. 177, 188.)

Evang. Königin-Luise-Gedächtniskirche in Schöneberg; Arch. F. Berger in Schöneberg. Rundbau in modernem Barock. — Mit 7 Tafeln. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 325.)

Pfarrhaus in Hammer; Arch. Sack in Bingerbrück. Im Erdgeschoß 4 Zimmer und Küche, im Dachgeschoß 4 Zimmer. Baukosten einschl. Grundstück nur 25000 M. (Baugew.-Z. 1912, S. 685.)

Gebäude für Verwaltungszwecke. Rathaus in Donaueschingen; Arch. Eugen Beck in Karlsruhe. Süddeutsches Barock. Putzbau mit Werkstein. Baukosten 240000 M. Projekt und innere und äußere Ansichten des ausgeführten Baues. — 8 Tafeln. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 322.)

Rathausneubau in Erkner bei Berlin (Wettbewerb). I. Preis Kuhlmann in Charlottenburg, Bausumme 100000 M.; II. Preis Zeis und Jänicke in Berlin. — Mit Textfig. (Deutsche Bauz. 1912, S. 97.)

Rathaus in Treptow; Arch. Reinhardt und Süßenguth. — 1 perspektivische Ansicht. (Baugew.-Z. 1912, S. 507.)

Stadthalle in Cassel (Wettbewerb). Bedingungen des Ausschreibens; Gutachten des Preisgerichts; Abbildung der besten Entwürfe. I. Preis Hummel und Rothe zu Cassel. — Mit 34 Tafeln. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 322.)

Neuer Endbahnhof der Newyorker Central-Eisenbahn in der City von Newyork. Moderne antikisierende Formen. — Mit Textfig. und 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1912, S. 161, 237.)

Gebäude für Unterrichtszwecke. Neubau der Ober-Realschule in Glogau; Arch. Stadtbaurat Wagner in Glogau. Moderne Renaissanceformen. Baukosten einschließlich innerer Einrichtung 335000 M. 1 cbm 16 M. (Deutsche Bauz. 1912, S. 225, 281.)

Wettbewerb für die Viktoria-Schule in Magdeburg. I. Preis Stengel und Hofer in München. — Mit Textfig. und 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1912, S. 521.)

Realschule für Odenkirchen (Wettbewerb). Bedingungen des Ausschreibens; Gutachten des Preisgerichts; Abbildung der besten Entwürfe. I. Preis Otto Kuhlmann in Charlottenburg. — 15 Tafeln. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 323.)

Volksschule in Fulda (Wettbewerb). Bedingungen des Ausschreibens; Gutachten des Preisgerichts; Abbildung der besten Entwürfe. I. Preis Franz Roeckle in Frankfurt a. M. — 33 Tafeln. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 329.)

Gebäude für Gesundheitspflege und Rettungswesen. Pfälzische Heil- und Pflege-Anstalt in Homburg; Arch. Bauamtmann Ullmann in Speyer. (Deutsche Bauz. 1912, S. 505, 509.)

Wohltätigkeitsanstalten. Kinderstift Marschallen bei Bukownica in Posen; Arch. Schober in Berlin. — Mit 1 Tafel. (Z. f. d. Baugew. 1912, S. 125.)

Gebäude für Kunst und Wissenschaft. Engerer Wettbewerb für den Neubau des Kgl. Opernhauses zu Berlin (s. **1912**, S. 498). Kritische Betrachtung der Geschichte des Wettbewerbs von Albert Hofmann. Abbildungen der Entwürfe von Fr. v. Thiersch, Seeling, Littmann, Genzmer, Grube, Ihne. (Deutsche Bauz. 1912, S. 193, 221, 225, 229, 293, 301.)

Gebäude für Vergnügungszwecke. Neue Schießstätte der Hauptschützengesellschaft in Nürnberg; Arch. Hans Müller in Nürnberg. Baukosten 360000 M. Stände für 300, 175 und 130 m; Pistolenstände; Stände für Wildscheiben und ein Tontaubenstand; besonderes Wirtschaftsgebäude; Museum mit Waffenhalle; 2 Wohnungen. — Mit Textfig., Tafeln und 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1912, S. 169.)

Gebäude für Handelszwecke. Neubau der Thüringischen Landesbank in Jena; Arch. Sasse in Hannover. Renaissance-Formen. — Mit Textfig. und 1 Kunstbeilage. (Baugew.-Z. 1912, S. 528.)

Markthallen und Schlachthöfe. Schlachthof in Fürstenfeldbruck (Bayern); Arch. Voll in Fürstenfeldbruck. Stallgebäude, Badeanlagen, Maschinen- und Kesselhaus, Kühlanlage, Schlachthalle, Kläranlage, Pumpenhaus. Gesamtbaukosten 250000 M. — Mit Textfig. (Baugew.-Z. 1912, S. 493.)

Leichenhäuser und Friedhöfe. Friedhof-Wettbewerb von Pforzheim. Mit Abbildungen der preisgekrönten Entwürfe von Prof. Stürzenacker in Karlsruhe. — 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1912, S. 283, 289.)

Privatbauten.

Gasthäuser. Boarding-Palast in Berlin W; Arch. Leibnitz in Berlin. — 1 Ansicht und Grundrisse. (Baugew.-Z. 1912, S. 765.)

Neue Restaurations- und Saalbauten im Zoologischen Garten zu Berlin (s. **1913**, S. 161); Arch. Jürgensen und Bachmann in Charlottenburg. — Mit Textfig. und 2 Bildbeilagen. (Deutsche Bauz. 1912, S. 1, 29.)

Stadtgartenwirtschaft in Bochum (Wettbewerb). Bedingungen des Ausschreibens; Gutachten des Preisgerichts; Abbildungen der besten Entwürfe. I. Preis Heinemann und Hommel in Dortmund. — 35 Tafeln. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 327.)

Neues Ratscafé in Bremen; Arch. Jacobs in Bremen. 3 äußerlich getrennte Häuser; im Aeußeren und Inneren Benutzung alter Teile. — Mit zahlreichen Textfig. und Bildbeilagen. (Deutsche Bauz. 1912, S. 313, 321, 325.)

Restaurationsgebäude in Muhlecohl in Westf.; Arch. Lippner in Hagen. — Mit Textfig. (Baugew.-Z. 1912, S. 710.)

Neubau des Kurhauses in Zoppot; Arch. Prof. Karl Weber in Danzig. Baukosten 1600000 M. — Mit zahlreichen Textabb. und Tafeln. (Deutsche Bauz. 1912, S. 117, 125, 133.)

Hotel Carlton in Cannes; Arch. Dalmas in Nizza. — Mit zahlreichen Textfig. und Bildbeilagen. (Construct. moderne 1912, S. 436.)

Arbeiterwohnungen. Arbeiterkolonie in Duisburg; Arch. P. Tafel. Wohnküche, Stube, Stall, Abort; im Dachgeschoß 2 Kammern. 1 ^{cbm} 12,50 M. — Mit Textfig. (Baugew.-Z. 1912, S. 623.)

Wohn- und Geschäftshäuser. Schauseiten-Wettbewerb des Altonaer Spar- und Bauvereins. Bedingungen des Ausschreibens; Gutachten des Preisgerichts; Abbildungen der besten Entwürfe. I. Preis Hans Meyer in Altona. — 19 Tafeln. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 323.)

Neubau von Rudolph Lepkes Kunstauktionshaus in Berlin W; Arch. Regierungsbaumeister a. D. Wollenberg in Berlin. — Mit Textfig. und 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1912, S. 453, 462.)

Geschäftshaus Pfefferkorn in Bromberg (Wettbewerb). Bedingungen des Ausschreibens; Gutachten des Preisgerichts; Abbildung der besten Entwürfe. I. Preis Henry Groß in Charlottenburg. — 30 Tafeln. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 326.)

Geschäftshaus der Herderschen Verlagsbuchhandlung zu Freiburg; Arch. Meckel in Freiburg. 6000 ^{qm} bebaute Grundfläche. Schlichtes Barock. Decken mit 1000 ^{kg} Nutzlast. Eiserner Dachstuhl. (Z. f. d. Baugew. 1912, S. 89, 98.)

Rosenapotheke in München; Arch. Gebr. Rank in München. Eckbau in modernem Barock. — Mit Textfig. und 1 Tafel. (Deutsche Bauz. 1912, S. 217.)

Royal Liver Building in Liverpool; Arch. Thomas in Liverpool. 10 Stockwerke; 52 ^{m} hoher Uhrturm; Ausführung in Eisenbeton. — Mit Textfig. und 1 Bildbeilage. (Construct. moderne 1912, S. 463.)

Villa Sasse in Coblenz; Arch. Riffer in Coblenz. Geräumige Anlage. — Mit 1 Schaubild und Textfig. (Baugew.-Z. 1912, S. 849.)

Landhäuser in Dahlem. — 2 Schaubilder. (Baugew.-Z. 1912, S. 640.)

Landhaus bei Hamburg; Arch. Jacob und Ameis in Hamburg. Malerisch gruppierte umfangreiche Anlage nach englischer Art. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1912, S. 581.)

Landhaus Dr. Bade in Hannover; Arch. Kröger in Hannover. — Mit Textfig. und Schaubild. (Baugew.-Z. 1912, S. 601.)

Landhaus Dr. Geiße in Hinterzarten; Arch. Luckscheiter in Freiburg i. B. Schwarzwaldstil; feuersicheres Strohdach (Gernentzdach). — Mit Textfig. (Baugew.-Z. 1912, S. 513.)

Landhaus in Wanne; Arch. Bremenkamp und Cohn in Essen. Baukosten 48 000 M. — Mit Grundriß und 1 Schaubild. (Baugew.-Z. 1912, S. 648.)

Villa in Meudon; Arch. Mourzelas. Schlichter Bau. — Mit Textfig. und 2 Bildbeilagen. (Construct. moderne 1912, S. 461.)

Haus Potsdam in Berlin; Arch. Schwechten. — Mit Textfig. und 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1912, S. 421.)

Einfamilienhäuser in Duisburg; Arch. Tafel in Esch a. d. Alzette. — Mit Textfig. (Baugew.-Z. 1912, S. 559.)

Einfamilienhaus in Glogau. Entwurf und Ausführung von Baugewerkmeister Hayn in Aschersleben. Baukosten 70000 M. — Mit 1 Schaubild und Grundrissen. (Baugew.-Z. 1912, S. 774.)

Einfamilienhaus Ballhausen in Hannover; Arch. Gothe in Hannover. 4 Zimmer, 2 Kammern, Mädchenstube, Küche, Speisekammer, Boden und Keller. Preis 15000 M. — Mit Textfig. (Baugew.-Z. 1912, S. 700.)

Wohnhaus Dr. Sternheim in Hannover; Arch. Mackensen in Hannover. — Mit Textfig. (Baugew.-Z. 1912, S. 731.)

Wohnhausgruppe an der Bodenstedtstraße zu Hannover; Arch. Koch in Hannover. — Mit 1 Schaubild und 1 Grundriß. (Baugew.-Z. 1912, S. 838.)

Einfamilien-Wohnhaus in Itzehoe; Arch. Böttcher in Itzehoe. — Mit Textfig. (Baugew.-Z. 1912, S. 808.)

Einfamilienhaus in Schwelm i. W.; Arch. Feldberg und Stockert in Elberfeld. — Mit Textfig. (Baugew.-Z. 1912, S. 830.)

Denkmäler und Denkmalpflege.

Körner-Schiller-Denkmal in Loschwitz; Arch. Pietzsch, Bildhauer Rassau in Dresden. — Mit 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1912, S. 462.)

Robert Fulton-Denkmal für Newyork; Arch. van Buren Magonigle in Newyork. Monumental gruppierte Anlage mit umfangreichen Säulenhallen; Lage am Wasser. (Deutsche Bauz. 1912, S. 249.)

Technisches aus der Denkmalpflege. Auszug aus einem Vortrage des Geh. Oberbaurats Hoßfeld in Berlin. (Z. f. d. Baugew. 1912, S. 155.)

Uebersicht über die staatlichen Inventare der Bau- und Kunstdenkmäler in Deutschland und einigen außerdeutschen Ländern. — Mit Textfig. und 1 Tafel. (Deutsche Bauz. 1912, S. 232.)

Kunstgewerbe.

Kunstgewerbliches. Etruskischer Volutenhenkel eines Kraters, Bronzearbeit des 5. Jahrh. v. Chr. Griechisch-corinthisches Marmorkapitell aus Epidauros aus dem 4. Jahrh. v. Chr. Römisches Marmor-Rankenrelief aus dem 1. Jahrh. n. Chr. Griechisch-römischer Bronzeeimer aus dem 1. Jahrh. Bischofsstab vom Anfang des 14. Jahrh. Fayence-Fußboden aus S. Maria Maggiore in Spelle von 1566. Flandrischer Wandteppich von 1588. Chorgestühl in der Klosterkirche zu Weddingen bei Zürich. Bemalte Meißener Porzellanschüssel aus dem 18. Jahrh. (Hirths Formensch. 1911, Heft 10.)

Kunstgewerbliches. Jonisch-griechisches Pilasterkapitell aus dem 5. Jahrh. v. Chr. Römisches Terrakottarelief aus dem 1. Jahrh. n. Chr. Römisches Marmorrelief in Kandelaberform aus dem 2. Jahrh. n. Chr. Römischer Architekturfries aus dem 2. bis 3. Jahrh. Norddeutsche Casula um 1440. Reliquienkassette von Lorenzo Ghiberti in Bronze. Mecklenburgische Abendmahlkelche aus dem 16. Jahrh. Meßkelch von 1501 aus Wismar. (Hirths Formensch. 1911, Heft 11.)

Kunstgewerbliches. Kuppelraum der Kirche Panajia Paregoritissa in Arta in Thessalien (10. Jahrh.). Fensterarkade des Kreuzganges von St. Zeno bei Reichenhall (12. Jahrh.). Silberreliefs vom Karlsschrein im Aachener Domschatz (um 1215). Wangen des Chorgestühls von St. Gereon in Cöln (um 1440). Florentiner Prunkschrank aus dem 17. Jahrh. (Hirths Formensch. 1911, Heft 12.)

Städtebau.

Bodenfrage und Städteschönheit; Abhandlung von K. v. Mangoldt. (Z. f. d. Baugew. 1912, S. 126.)

Zur Kunst des Gartens. Aphoristische Bemerkungen und Material zu einer Studie über den Garten als Kunstwerk von Albert Hofmann. — Mit zahlreichen Textfig. und 3 Bildbeilagen. (Deutsche Bauz. 1912, S. 257, 345, 357, 429, 449, 473.)

Gartenstadthäuser. Kurzer Text von Carl Opitz in Straßburg i. E. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1912, S. 485.)

Freilassung des Theaterplatzes in Dresden; von Albert Hofmann. — Mit Textfig. und 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1912, S. 441, 449.)

Vorschlag zur Umgestaltung des Theaterplatzes in Dresden; von Arch. Pützer. — Mit Skizzen. (Deutsche Bauz. 1912, S. 461.)

Bebauung der Frankfurter Wiesen in Leipzig (Wettbewerb). Bedingungen des Ausschreibens; Gutachten des Preisgerichts; Abbildung der besten Entwürfe. I. Preis Oskar Lange in Berlin, Karl Lörcher in Stuttgart und Bruno Möhring in Berlin. — 38 Tafeln. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 325.)

Wettbewerb für die Bebauung der Frankfurter Wiesen in Leipzig. — Mit zahlreichen Abb. und Bildbeilagen. (Deutsche Bauz. 1912, S. 365, 377.)

Bebauungsplan für das Willmannsche Gelände in Schöneberg; Arch. Stadtbauinspektor Wolf. — Mit Textfig. und 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1912, S. 513.)

Verschiedenes.

Die neuen Straßenbrücken im oberen Ahrtal. Kurze Abhandlung von Regierungsbaumeister a. D. Schluckebier. Ausführung durch Hüser & Co. Mustergültige Ausführungen unter Anlehnung an die erhaltenen guten Beispiele alter Bogenbrücken. Stirnflächen aus Bruchstein. — Mit Textfig. und 1 Tafel. (Deutsche Bauz. 1912, Betonbeilage, S. 41.)

Neubau der Dove-Brücke in Charlottenburg; Ing. Stadtbaurat Bredtschneider, Arch. Stadtbaurat Seeling. — Mit Textfig. und 1 Tafel. (Deutsche Bauz. 1912, S. 205, 230.)

Vom Bau der beiden neuen Rheinbrücken in Cöln. — Mit zahlreichen Abb. (Deutsche Bauz. 1912, S. 385, 397, 409.)

Reisebilder aus dem Neckartal; von Arch. Sickel in Berlin. — Mit zahlreichen Textfig. und Bildbeilagen malerischer Ansichten. (Deutsche Bauz. 1912, S. 481, 489.)

Architekturstudien aus Indien; von Arch. John Gleich in Schöneberg. — Mit 1 Textfig. und 1 Bildbeilage. (Deutsche Bauz. 1912, S. 15.)

B. Heizung, Lüftung und künstliche Beleuchtung,

bearbeitet von Dr. Ernst Voit, Professor in München.

Heizung.

Neuere Anwendungen des Prinzips der Oberflächen-Verbrennung. Nach Prof. Will. A. Bone werden auch bei der Heizung von Dampfkesseln mit Oberflächenfeuerung gute Ergebnisse erzielt. Bei einem stündlichen Gasverbrauch von 28,2 ^{cbm} und einem Heizwert des Gases von 5000 W. E. für 1 ^{cbm}, also einer Gesamtwärmezufuhr von stündlich 141 000 W. E. wurden 203 ^{kg} Wasser stündlich verdampft. Die zur Verdampfung theoretisch benötigte Wärme beträgt 133 000 W. E. Nutzeffekt also = 0,943. (Engineering 1912, Nr. 2419, S. 632; Gesundh.-Ing. 1912, S. 827; Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1873.)

Vergleichversuch zwischen Ofen und Zentralheizung. M. Hottinger stellte in seinem Wohnhaus Versuche in der Heizzeit 1910/11 bei Ofenheizung und in der Heizzeit 1911/12 bei der für die Oefen eingesetzten Warmwasserheizung an. Darnach konnten die Zimmer mit Zentralheizung schneller erwärmt werden und waren leichter dauernd auf gewünschter Temperatur zu erhalten, auch die Sauberkeit ist größer. Der Feuchtigkeitsgehalt ist bei den beiden Heizungen wenig verschieden, bei der Zentralheizung etwas geringer als bei Ofenheizung. In dem von unten beheizten Treppenhaus war in den Wintermonaten die Temperatur oben wegen Abkühlung vom Dachraum am geringsten, im Sommer dagegen am höchsten. Die Fensterthermometer liefern nur unzuverlässig die Außentemperaturen. Bei der Zentralheizung trat insbesondere in den Uebergangszeiten von warm zu kalt und umgekehrt ein Mehrverbrauch an Wärme auf. Aushilfsheizung während jener Zeit durch einen Kohlenofen oder Verwendung von Brikettkesseln, die selbst bei einer ganz geringen Wärmewirkung nicht verlöschen, sind zu empfehlen. Trotz des Mehraufwandes an Wärme bei der Zentralheizung waren die Kosten des Heizbetriebes geringer als bei der Ofenheizung. Die Umbaukosten betrugen rd. 2500 M. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 801.)

Vervollkommnung der gewöhnlichen Warmwasserheizung und der zentralen Warmwasserbereitung. Bei Verbindung der Warmwasserbereitung mit einer Warmwasserheizung ist ungünstig, daß bei milder Witterung die Kesseltemperatur der Warmwasserheizung nur 40 bis 50° betragen darf, während das Gebrauchswasser 60 bis 70° haben soll. Das Wasser der Warmwasserheizung hat somit häufig keine genügend hohe Temperatur für das Gebrauchwasser. Ing. H. Roose erzeugt nun an dem Kessel der Warmwasserheizung zwei Strömungen des warmen Wassers, die eine zur Regelung der Zentralheizung, die andere zur Herstellung des warmen Gebrauchswassers. Die Temperatur der Zentralheizung wird durch Regulieren des Wasserzuflusses zum Kessel eingestellt. Wenn man den unmittelbaren Zufluß in den Kessel mehr absperrt, gelangt mehr kaltes Zuflußwasser durch die Mischleitung in den Vorlauf der Heizanlage und vermindert so die Temperatur des Heizwassers. Ganz unabhängig hiervon kann die Wassertemperatur im Heizkessel beliebig gesteigert, also auf die für das Gebrauchswasser notwendige Höhe gebracht werden. Dabei auch raschere Regelung der Zentralheizung. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 935.)

Vakuum-Heizung in Nordamerika. Die Patente für die Haupterfindung, das Kondenswasser und die Luft aus den Heizkörpern und Rohrleitungen einer Niederdruckdampfheizung durch Pumpen abzusaugen, sind abgelaufen, es bestehen nur noch solche für die zugehörigen Ventilkonstruktionen und andere Einzelheiten. Die Kondenswasser-Vakuumventile werden von den Patentinhabern im Preise sehr hoch gehalten und haben trotzdem häufig

fehlerhafte, zu kleine oder zu große Durchgangsöffnungen. Die Vakuumsysteme werden in Amerika immer mehr angewandt. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 823.)

Ein deutscher Heizkörper. Die Gliederheizkörper haben den Mangel, daß bei geringer Geschwindigkeit der an den Heizkörpern vorbeistreifenden Luft die Ausnutzung der Heizfläche gering ist. Bei den „deutschen Heizkörpern" wird die Strahlung des einen Elementes gegen das andere möglichst vermindert. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 938.)

Niedrige Oberflächentemperatur bei Dampfheizungs- und sonstigen Heizkörpern. H. Frank in Hannover füllt den Heizkörper teilweise mit einer Chlorkohlenstoff-Verbindung, die bei atmosphärischem Druck bei 70° C siedet. Der in Röhren die Flüssigkeit durchströmende Dampf bringt die Flüssigkeit zum Verdampfen. Der Dampf füllt nach Vertreibung der Luft den oberen Teil des Heizkörpers an. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 908.)

Vereinheitlichung der Regelungsvorrichtungen für Heizkörper. Von der freien Vereinigung Berliner Heizungsingenieure werden eine Reihe als Muster anzusehende Regelungsvorrichtungen, und zwar Ventile mit Voreinstellung und Hähne mit Voreinstellung, beschrieben. Anschließend hieran werden über die Herstellung und Benutzung der Regelungsvorrichtungen Angaben gemacht und wird die Frage erörtert, welche der Konstruktionen den angegebenen Forderungen am besten entspricht. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 913.)

Gesundheitliche Schädigungen durch Zentralheizungsanlagen in ärztlicher Beleuchtung. Dr. Wolff-Eisner schreibt der Niederdruckdampfheizung folgende Fehler zu: Trockenheit der Luft in den Wohnräumen, übermäßige Erhitzung der schlecht zu reinigenden Heizkörper, zu starke Temperaturschwankungen, ungenügende Absperrung des Dampfes durch die Ventile, zu große Abhängigkeit von dem Heizer. (Deutsche Medizinische Wochenschrift 1912, S. 1742; Gesundh.-Ing. 1912, S. 874.)

Gesundheitliche Schädigungen durch Zentralheizungsanlagen? Entgegnung des Verbandes deutscher Zentralheizungs-Industrieller. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 867.) — Prof. H. Chr. Nußbaum bespricht die oft behandelte Wirkung der Heizung auf den Feuchtigkeitsgehalt der Raumluft, ferner die Regelung der Raumtemperatur und die Staubverbrennung an den Heizflächen. Zum Schluß weist er auch die von Dr. Wolff-Eisner erhobenen Vorwürfe gegen die Zentralheizung, insbesondere die Niederdruckdampfheizung zurück. (Ebenda 1912, S. 865.)

Neuzeitliche Zentralheizungen; von Dipl.-Ing. Fichtl. Kurzer geschichtlicher Rückblick auf die in früheren Zeiten zur Verwendung gekommenen Systeme von Zentralheizungen, nämlich Hypokaustenheizung, Steinofenheizung, Feuerluftheizung, Dampf-, Warm- und Heißwasserheizung. In der neueren Zeit sind Schnellstromheizungen sowie Vereinigungen von Kraftmaschinenanlagen mit Zentralheizungen in Aufnahme gekommen. Als Musterbeispiele werden beschrieben eine Dampfluftheizung für ein größeres Schulgebäude, eine Niederdruckdampfheizung nach der Einrohranordnung, eine Warmwasserheizung für ein Krankenhaus oder eine Erziehungsanstalt, eine Pumpen-Warmwasser-Fernheizung und eine Zentralwarmwasserbereitung mit Abdampfausnutzung einer Dampfdynamo. Angaben über die mit den Heizanlagen verbundenen Lüftungen und über die in den Uebergangszeiten notwendigen Hilfsheizungen. — Mit Abb. (Z. d. Bayer. Rev.-Ver. 1912, S. 226, 234.)

Heizung, Lüftung und Badeeinrichtung im Heiligenberg-Schulhaus in Winterthur (s. **1913**, S. 168). (Gesundh.-Ing. 1912, S. 843.)

Sanitäre und maschinelle Anlage des „Grand Hotel" in Nürnberg. Versorgung mit Kraft, Licht, Luft und Wärme. Erwärmung teils durch Niederdruckdampf- und teils durch Warmwasserheizung. Ueberwachung der Wärme in den Haupträumen durch Fernthermometer vom Maschinenraum aus. (Sanitäre Technik 1912, S. 5, mit Abb.; Gesundh.-Ing. 1912, S. 845.)

Niederdruckdampf-Gruppenheizung mit Kesseln für Braunkohlenschüttfeuerung; von H. Tilly. Mit einer Dampffernanlage wird einer Gruppe von 4 Krankenhäusern Wärme zugeführt. Die Dampfleitungen sind durchweg mit Gefälle in Betonkanälen verlegt. Versuche an der Anlage ergaben, daß Kokefeuerung doppelt so teuer wie Braunkohlenfeuerung sein würde. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 849.)

Lüftung und Heizung der staatlichen Seminarbauten in Preußen; von Geh. Oberbaurat Uber. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 508, 513, 525, mit Abb.; Gesundh.-Ing. 1912, S. 827.)

Heizung und Lüftung in einer Handschuhfabrik in Amerika; von R. Lewis. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 836.)

Heizung und Lüftung im Boardingpalast in Berlin W (s. oben). Warmwasserheizung mit Pumpenbetrieb. 6 Warmwasserkessel von je 60 ^{qm} Heizfläche liefern 2 600 000 W. E. in der Stunde. Lüftung durch Zufuhr von Frischluft, die an dachförmig gestellten Radiatoren erwärmt wird. Fernthermometeranlage. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 858.)

Wangenstärke der Schornsteine für Zentralheizanlagen, polizeiliche Verfügung für den gesamten Landespolizeibezirk Berlin. Bei Neubauten ist eine Wangenstärke von 1 Stein zu nehmen; bei bestehenden Gebäuden muß bis unter die Decke des Erdgeschosses die Wangenstärke auch = 1 Stein gemacht werden, ferner ist in den oberen Geschossen der Putz an den Schornsteinen abzuschlagen und sind die Fugen sorgfältig abzudichten. Die Isolierungen gegen Holzwerk sind nachzuprüfen und einwandfrei herzustellen. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 908.)

Wärmeableitung von Fußböden; von F. Eichbaumer. Untersuchungen mit der abgeänderten Mollierschen Vorrichtung an 34 verschiedenen Fußbodenbelägen. Danach ist für Wohnräume als Bodenbelag ein Material zu benutzen, das besonders im Anfang günstige Werte zeigt, während für Ställe das Verhalten des Bodenbelags im Dauerzustande maßgebend ist. Für erstere wird deshalb Holzboden mit Teppichbelag, Korklinoleum oder Linoleum mit einer Unterlage von Korkment empfohlen, für letztere Holzpflaster oder undurchlässige Kunstholzböden. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 897.)

Ermittelung der Wärmeleitfähigkeit plattenförmiger Stoffe; von Dipl.-Ing. Rich. Poensgen. Die Untersuchung einer großen Anzahl von Stoffen bestätigte das von Nusselt gefundene Gesetz, daß die Wärmeleitzahl mit wachsender Temperatur zunimmt. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1653.)

Lüftung.

Zug in der Nähe der Fenster in beheizten Räumen. O. Krell sen. gibt als Ursachen für die Zugbelästigung unter den Fenstern an das Eindringen kalter Luft durch Spalten an den Fenstern bei Unterdruck im Raume und die Abkühlung der Raumluft an den kalten Glasflächen der Fenster. Die letztere Ursache ist aber noch nicht unzweideutig nachgewiesen. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 785.)

Lüftungsversuche mit besonderer Frischluftzuführung für jeden einzelnen Schüler in einem

Schulsaale. In Amerika wird bei Lüftung eines Raumes durch je einen Kanal für jeden Schüler eine stündliche Lüftung von 51 ^{cbm} angenommen. F. Baß richtete in der Jackson-Schule in Minneapolis eine Lüftung ein, bei der jedem Schüler besonders die Frischluft zugeführt wird. Dann soll eine Luftmenge von 13 ^{cbm} in der Stunde für jeden Schüler genügen. (Metal-Worker 1912, S. 798; Gesundh.-Ing. 1912, S. 794, mit Abb.)

Frischluft oder Umlaufluft? (s. **1913**, S. 170). Ing. O. Gerold bringt weitere Angaben über die Anlage- und Betriebskosten der beiden Einrichtungsarten in Textilfabriken. Da nach den einwandfreien Untersuchungen von Dr. Götting in Breslau die Umlaufluftanlagen den gesundheitlichen Forderungen genügen, liegt kein Grund vor, die bedeutend teureren Anlagen mit Frischluft zu wählen. Eingehende Zahlenangaben. (Dinglers polyt. J. 1912, S. 730; Gesundh.-Ing. 1912, S. 908.)

Lüftungsprobleme. Denecke erörtert die Druckverhältnisse in einem erwärmten Raume an Hand der Betrachtungen von Recknagel sen. und bespricht dann die Lüftungsanordnungen ohne und mit mechanischem Antrieb. Beispiele. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1824.)

Physiologische Versuche mit Ozonluft; von Dipl.-Ing. E. Schneckenberg. Nach den Versuchen verhüllt Ozon nur die Gerüche, zerstört sie aber nicht. Tabakrauch und Staubteilchen werden von Ozon nicht nachweisbar beeinflußt. Die Behauptungen: „Ozon reinigt die Luft" oder „ein Ozonisator desinfiziert die Luft" haben keine Berechtigung. Eine günstige Wirkung bei Ozonbelüftungsanlagen ist ausschließlich als Beeinflussung der Nerven anzusehen. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 965.)

Schädlichkeit der Ozonlüftung (s. **1913**, S. 170). Dr. Konrich kommt ferner durch seine Versuche zu dem Schluß, daß die Wirkung des Ozons nur in parfümierender Leistung bestehe und daß die Anwendung des Ozons in der Lüftung gesundheitlich nicht rätlich ist. (Chemikerzeitung 1912, S. 1360; Gesundh.-Ing. 1912, S. 979.)

Künstliche Beleuchtung.

Beurteilung des Anwendungsgebietes von Starkstromlichtquellen, insbesondere von Drehstromanlagen. Walter Schäffer erörtert die allgemeinen Bedingungen für die Beleuchtung großer Flächen, wie Straßen, Plätze usw., insbesondere unter Berücksichtigung der Blendung. Bei Benutzung von Drehstromlampen für 12000 H.-K. gegenüber den üblichen Lampen für 3000 H.-K. sind bei günstigerer Bodenbeleuchtung die Anlagekosten und insbesondere die Betriebskosten erheblich geringer. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1912, S. 1155.)

Fortschritte der Bogenlampenbeleuchtung. Die Geschäftsstelle für Elektrizitätsverwertung zeigt an mehreren Beispielen, daß die elektrische Straßenbeleuchtung in der letzten Zeit Fortschritte gemacht hat, und macht auf die Versuche mit hochkerzigen Metallfadenlampen aufmerksam. (Elektrot. Z. 1912, S. 1246.)

Neue Beleuchtung mit niedervoltigen Metallfadenlampen; Vortrag von Ing. M. Howald. Die Metallfadenlampen erreichen bei Wechselstrom nicht die gleiche Ausbeute und Lebensdauer wie bei Gleichstrom, dem kann aber durch Herabsetzung der Lampenspannung begegnet werden; eine Spannung von 14 V. ist für Metallfadenlampen am wirtschaftlichsten. Als Vorteile der niedervoltigen Metallfadenlampen sind hervorzuheben die große Widerstandsfähigkeit, die Möglichkeit, die Lampe in jeder Lage zu brennen, und die Möglichkeit einer bequemen Teilung des Lichtes. Die einzelnen Lampen werden von einem eigenen Transformator gespeist. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1912, S. 1245.)

Rolle der Chemie in der Beleuchtungstechnik; von Dr. O. Kruh. Vermehrung der Lichtausbeute bei Bogenlampen durch Einführung der Effektbogenlampen mit Fluorkalziumdochten und mit Elektroden aus Magnetit und Titankarbid; Quecksilberbogenlampen; Moore-Licht. Bei den Glühlampen wird die Kohle durch Metalle von hohem Schmelzpunkt, durch Osmium, Tantal und Wolfram ersetzt. (Elektrot. Z. 1912, S. 1277.)

Metall-Flammenbogenlampe. Die Westinghouse-Gesellschaft in Pittsburg stellt eine Bogenlampe her, deren obere negative stiftförmige Elektrode aus einem Metalloxyd und deren untere positive Elektrode aus einer Metallplatte besteht. Die Lampe ist wegen der sich entwickelnden Dämpfe nur für Außenbeleuchtung verwendbar, ist aber wirtschaftlicher als die Kohlen-Flammenbogenlampe. (Elektrot. Z. 1912, S. 1222.)

Neue elektrische Grubensicherheitslampe. Färber versieht die von ihm entworfene Sicherheitslampe mit einem Bleiakkumulator aus zwei zylindrischen Elektroden. Die von dem Akkumulator betriebene Glühlampe, eine Metallfadenlampe, ist federnd zwischen zwei Spiralfedern gelagert. Die normale Mannschaftslampe hat ein Gewicht von 2,25 ^{kg}, eine Leuchtkraft von 1,5 N.-K. und eine Brenndauer von 16 Stunden. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1912, S. 1036.)

C. Wasserversorgung, Entwässerung und Reinigung der Städte,

bearbeitet von Dipl.-Ing. C. Kellner, Ingenieur der städtischen Kanalisation und Wasserwerke in Hannover.

Oeffentliche Gesundheitspflege.

Wasserversorgung vom gesundheitlichen Standpunkt unter Berücksichtigung des preuß. Wassergesetzentwurfes. Bericht über das Referat des Stadtrates Dr. Luther in Magdeburg und Geh. Hofrats Gärtner in Jena im „Deutschen Verein für öffentliche Gesundheitspflege" anläßlich der Tagung in Breslau. (Wasser und Gas 1912/13, S. 12.)

Die heutige Leuchtgasindustrie und ihre Beziehungen zur Rauchfrage. Die Fortschritte in der Leuchtgasindustrie und die ständige Zunahme der Verwendung von Gas sind stets von einer Verminderung der Rauchbelästigung begleitet. (Rauch u. Staub 1912, S. 338; Wasser und Gas 1912/13, S. 61.)

Strafen für Flußverunreinigungen nach dem Entwurfe des neuen preußischen Wassergesetzes sind nach Kommissionsbeschluß erhöht bis auf 3000 M. oder 1 Jahr Gefängnis. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 563.)

Einführung von Abwässern und Fäkalien in einen Stadtgraben. — Berechtigte Klage des Grundeigentümers gegen die Stadt auf Beseitigung des Mißstandes. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 494.)

Milchversorgung der Städte; von Dr. H. Kühl. Die hervorragende Bedeutung der Milchversorgung der Städte zeigt sich darin, daß im Deutschen Reich im Jahre rd. 26,4 Milliarden Liter zum Werte von 3 Milliarden M. erzeugt, für rd. 100 bzw. 140 Millionen M. Milch und Milcherzeugnisse eingeführt und für den Kopf 105 bis 157 ^{l} im Jahre verbraucht werden. Von 400000 im Jahre in Deutschland sterbenden Säuglingen sind 150000 ein Opfer ungenügender Nahrung. Bei 21 ^{0} vermehren sich die Bakterien in Milch etwa 750 mal. Größte Sorgfalt bei Unterbringung und Pflege der Tiere, Reinlichkeit bei Gewinnung und Transport sind erforderlich. Bei der Zuführung im Wagen, mit der Bahn und dem Schiff ist Kühlung der Milch erforderlich, auch muß die Entmischung der Milch vermieden werden. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 155.)

Vorsichtsmaßregeln und Schutzmittel gegen die Stechmücken; von Dr.-Ing. W. F. Gerhard in Newyork. Vernichtung der Brutstätten; Entwässerungsmaßregeln; Zerstörung der Mückenlarven durch Behandlung der Brutstätten; praktische Anwendung von natürlichen Feinden der Stechmücken; abschreckende Bäume und Pflanzen; Mittel und Vorrichtungen zum Auffangen der ausgewachsenen Mücken. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 578.)

Der Trinkbrunnen in alter und neuer Zeit. Die Allgemeinheit soll nicht künstlich von dem besten und billigsten Durstlöschungsmittel abgesperrt werden. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 581.)

Entwurf eines städtischen Hallenschwimmbades in Mannheim (Herschelbad). (Gesundh.-Ing. 1912, S. 600.)

Gesundheitliche Bauart und Einrichtung von amerikanischen Schlachthäusern; von Dr.-Ing. W. P. Gerhard in Newyork. Reinlichkeit; gesundheitliche Erfordernisse; Lage des Gebäudes; Licht und Sonnenschein; Be- und Entwässerung; Lage der Räume; Baustoffe; Anstriche, Decken, Fußböden; Nebenräume; Lüftung; Betriebseinrichtungen, Schutz gegen Ungeziefer. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 605.)

Der Brunnen im Volksleben. (Wasser 1912, S. 554.)

Kongreß für Städtewesen in Düsseldorf. Vorträge über Ruhrtalsperrenverein und die Talsperren des Ruhrgebietes; Bau und Wirtschaftlichkeit von Gruppenwasserwerken; Großstadtentwickelung und Rauchbelästigung; Verwendung des Wassers im Stadtbild. (Wasser und Gas 1912, S. 97.)

Düsseldorfer Städteausstellung. Gruppe II: Einrichtungen für die Gesundheit; Gruppe III: Einrichtungen für die Krankenpflege. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 178, 192, 212.)

XXXVII. Versammlung des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege. Massenerkrankungen durch Nahrungs- und Genußmittel; Feuerbestattung und ihre Ausführung; schallsichere Bauten; Mückenplage und ihre Bekämpfung; die Frage der Wasserversorgung vom gesundheitlichen Standpunkt unter Berücksichtigung des preußischen Wassergesetzentwurfes. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 180, 194, 215, 232.)

Wasserversorgung.

Allgemeines. Dürre des Jahres 1911 und die Wasserwirtschaft im Gebiet der Ruhr; von Baurat F. Reese. Notlage zuerst und am nachhaltigsten bei den reinen Quellwasserwerken. Mittel gegen den Wassermangel: Erweiterung der Anlagen, Anreicherung des Grundwasserstandes, Verringerung der Wasserabgabe durch Preiserhöhung und den Verbrauch beschränkende Verbote. Beschreibung der Wasserwirtschaft im Gebiete der Ruhr und Entwickelung des Ruhrtalsperrenvereines, der eine dauernde gesetzliche Vereinigung werden soll mit der Aufgabe, die Wasserwirtschaft der Ruhr zu verbessern durch Bau von Talsperren, Anreicherung aus dem Rhein und Reinhaltung des Ruhrwassers. — Mit Abb. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 785.)

Anorganische und organische Bestandteile des Elbewassers; von Dr. O. Wendel. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 799.)

Berechnung des Entnahmegebietes eines Brunnens; von F. Kurgaß. Ohne Kenntnis der Einheitsergiebigkeit. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 109.) — Berichtigung von Dr.-Ing. G. Thiem. (Ebenda 1912, S. 146.) — Hinweis auf die Abhandlung des Hydrologen A. Thiem über die Ergiebigkeit artesischer Bohrlöcher, Schachtbrunnen und Filtergalerien. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1870, S. 456.)

Trinkwasserversorgung der Rheinprovinz nach dem Stande vom Jahre 1911; von Prof. Dr. Selter. (Zentralbl. f. allg. Gesundheitspflege, 31. Jahrgg. Hft. 3 u. 4.) — Von 4666 Orten mit mehr als 80 Einwohnern besitzen 37,6 % = 1825 Orte Wasserleitung. Die Provinzialverwaltung hat in den letzten 20 Jahren 871 Wasserleitungen mit 2,5 Mill. M. geschenkweise unterstützt und zur Förderung der ländlichen Wasserversorgung 6 Mill. M. Darlehen gegeben. Ein weiterer Grund für die Ausdehnung liegt in der Gruppenversorgung. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 132; Kulturtechniker 1912, S. 221.)

Anlage einer Zellstoffabrik an der Memel. Gutachten der Kgl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung über den Einfluß der bei Ragnit zu errichtenden Zellstoffabrik auf die Wasserbeschaffenheit des Memelstromes, insbesondere unter Berücksichtigung des Wasserwerkes der Stadt Tilsit. Das Wasserwerk schöpft das Wasser aus der Memel 60 ^{m} vom Ufer und 1 ^{m} über dem Grund und reinigt es vor Abgabe in einem Klärbrunnen und durch Sandfilter. Eine Einleitung der vorgesehenen Abwassermenge der 12 ^{km} entfernten Zellstoffabrik wird den Filterbetrieb und die Flußbäder nicht benachteiligen, wenn die Abwässer vorher sorgfältig behandelt und in die Strommitte abgeleitet werden. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 528.)

Einfluß der Hochmoore auf die Wasserhaltung. Aeußerung des sächsischen Finanzministeriums in einer Erklärung zu dem Staatshaushalt über die Forsten über die zulässige Wasserentziehung für Trinkwasserversorgung. (Wasser u. Gas 1912/13, S. 14.)

Trinkwasserfrage in der Türkei. Städte mit reichlichem Quellwasser sind gesundheitlich schlechter daran wegen der unhygienischen Weise der Wasserverteilung als Städte, die ihren geringen Wasservorrat Zisternen entnehmen. (Wasser u. Gas 1912/13, S. 15.)

Schädigung eines Grundstückes durch ein benachbartes Wasserwerk. Schadenersatzklage wegen Grundwasserspiegelsenkung abgewiesen. Entscheidung des Oberlandesgerichts Breslau vom 16. März 1912. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 538.)

Beobachtung von Grundwasserständen; von Dr. Vogel. Bisher ist an 8000 Stellen in Preußen regelmäßig beobachtet; es sind noch mehr Beobachtungen erwünscht. Vorschriften der Landwirtschaftskammer in Halle über Beobachtungsbrunnen, Meßgeräte, Vornahme der Messungen. Ergebnisse sammelt die Landesanstalt für Gewässerkunde. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 169.)

Bestehende und geplante Anlagen. Neues Wasserwerk der Stadt Brandis; von Dipl.-Ing. Salbach. 2700 Einwohner; Ausbau für 5000 Einwohner. Wasser wurde in 22 ^{m} Tiefe in $3^1/_2$ ^{m} starker Kiesschicht gefunden. Wasserauftrieb bis 3 ^{m} unter Gelände. Gewinnung durch 3 Rohrfilterbrunnen von 200 ^{mm} Durchmesser und 25 ^{m} Tiefe, aus denen 2 elektrisch angetriebene Hochdruckzentrifugalpumpen von je 20 ^{cbm} Stundenleistung durch die geschlossene Enteisenungsanlage (System Aegir) hindurch das Wasser unmittelbar in den 150 ^{cbm} fassenden Intzeschen Hochbehälter pumpen. Manometrische Förderhöhe rd. 60 ^{m}; Kraftbedarf 7 P. Sek. Pumpenschacht mit Sohle 2 ^{m} unter Gelände. Das Pumpwerk arbeitet zunächst 5, später 10 bis 12 Stunden. Gesamtkosten einschl. Anschlußleitungen 130 000 M. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 545.)

Betriebslehre für Wasserversorgungsanlagen. Tägliche Aufzeichnungen für den technischen Betrieb; Kontrolle; Einnahmen und Ausgaben; Bemerkungen über das Nikolaewer Wasserwerk. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 175.)

Hydrologische Vorarbeiten für ein linksrheinisches Wasserwerk der Stadt Düsseldorf; von Dipl.-Ing. A. Lang. Zur Versorgung des Gebietes links des Rheines sind im Jahre 1935 voraussichtlich täglich rd. 13 700 cbm Trinkwasser erforderlich. Durch umfangreiche hydrologische Vorarbeiten ist festgestellt, daß in dem Rheinknie bei Obercassel und Büderich Grundwasser in genügender Menge und einwandfreier Beschaffenheit gewonnen werden kann. Es wurden insgesamt 61 Bohrungen von zusammen 1034 m mit Tiefen von 7,3 bis 26,3 m niedergebracht. Die Ergiebigkeit wurde durch Bewirtschaftung einzelner Rohre bestimmt. — Mit Abb. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 817, 840.)

Grenze der Enteisenung von Trinkwasser. Die Grenze liegt bei 0,05 bis 0,1 mg im Liter, je nachdem das Eisen ursprünglich gebunden war. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 823.)

Ausnutzung des Gefälles in der Wasserreinigungsanlage von Cincinnati zur Erzeugung elektrischer Energie. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 826.)

Jahresbericht der Deputation für die Stadtwasserkunst Hamburg für das Jahr 1911. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 828.)

Wasserwerksanlagen von Cassel. Einzelne Punkte aus der Entwickelung; Grundwasserwerk „Neue Mühle"; Hochbehälter. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 597.)

Betriebsführung von Quellwasserwerken vom Ursprung der Quelle bis zum Beginn des städtischen Netzes; von A. Ziegelheim. An Hand des Betriebes der I. Kaiser-Franz-Josef-Hochquellenleitung der Stadt Wien werden die nötigen Maßnahmen im Quellgebiet, an der Zuleitung und an den Maschinenanlagen der allenfalls in Betracht kommenden Schöpf- und Hebewerke besprochen. — Mit Abb. (Wasser 1912, S. 402, 435, 497.)

Landeswasserversorgung von Württemberg; Rede des Ministers Dr. von Pischek im Landtag. (Wasser 1912, S. 438, 582, 608.)

Gas- und Wasserwerke der Stadt Essen. Auszug aus dem Jahresbericht. (Wasser u. Gas 1912/13, S. 157.)

Wasserturm der städtischen Wasserwerke in Wilhelmsburg bei Hamburg; von Dipl.-Ing. Lorscheidt. Eiserner Wasserbehälter von 800 cbm Inhalt; Turm aus Eisenbeton auf Pfahlrost. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 257.)

Wasserwerke im Derwent-Tal. 5 Staubecken mit 45 000 000 cbm Fassungsraum zur Wasserversorgung der Städte Leicester, Derby, Sheffield und Nottingham. — Mit Abb. (Engineer 1912, II, S. 59.)

Neuerbaute Enteisenungs- und Entsäuerungsanlage; von Baurat Scheelhase. — Mit Abb. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 890.)

Einzelheiten. Erdstromuntersuchungen 1910/11. In verschiedenen Orten wurden Rohranfressungen durch von der Straßenbahn hervorgerufene Erdströme, ferner die Bildung galvanischer Elemente an den Rohrleitungen im Erdboden und die verschieden starke Angreifbarkeit der verschiedenen Rohrarten untersucht. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 719.)

Sterilisierung von Wasser zu Reinigungszwecken in der Brauerei; von H. Will. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 730.)

Beschaffung von Brunnenwasser mit und ohne Hilfe der Wünschelrute; von Regierungs- und Baurat H. Schäfer. Nach einem vergeblichen Bohrversuch fand sich in 30 m Tiefe auf dem Bahnhofe Hademarschen an einer von dem Landrat v. Uslar mit einer Metallrute bestimmten Stelle Wasser. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 357.)

Reinigung von Wasser für die Wasserversorgung der Papierfabriken; von H. Ackert. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 753.)

Enteisenung von Grundwässern; von L. Darapsky. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 753.)

Rosten des Eisens unter Schutzanstrichen; von K. Arndt. Kein Anstrich gewährt einen vollkommenen Schutz. Die Versuche von Liebreich und Spitzer, nach denen mit zunehmender Anzahl der Anstriche die Rostbildung zunimmt, scheinen nicht ganz zweckmäßig angeordnet gewesen zu sein. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 779.)

Bakteriologische Kontrolle von Sandfilteranlagen; von Dr. W. Oettinger. (Z. f. Hygiene 1912, Bd. 71, S. 1.)

Neue Patente über Wasserreinigung. — Mit Abb. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 159.)

Moderne Wasserfilterung. Schnellfilter, die der zeitweisen Veränderung des Rohwassers Rechnung tragen. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 162.)

Filterung des Wassers; von G. Eger. Besprechung verschiedener Filter- und Klärvorrichtungen der Sucrofilter- und Wasserreinigungsgesellschaft in Berlin. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 163.)

Sterilisation des Wassers durch Filterkerzen. (Génie civil 1911, S. 480; Wasser u. Abwässer 1912, S. 164.)

Desinfektion von Trinkwasser mittels geringer Chlorkalkmengen. (Z. f. Hygiene 1912, Bd. 72, S. 421; Wasser u. Abwässer 1912, S. 165.)

Neue Mißerfolge bei der Trinkwasserreinigung mit Chlorkalk; von Dr. Schwers. Geschmacksverschlechterung des Trinkwassers in Gelsenkirchen, Dortmund, Mühlheim und Essen durch Chlorkalkreinigung. Dr. Bruns in Gelsenkirchen erklärt, dieser Veröffentlichung fern zu stehen, und daß sich sein Urteil nicht mit ihrem Inhalt deckt. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 166.)

Mißerfolge der Trinkwasserreinigung mittels Chlorkalks in Deutschland. (Zentralbl. f. Wasserbau u. Wasserwirtsch. 1912, S. 466.)

Reinigung und Enthärtung des Wassers durch Permutit; von A. Kolb. (Chemiker-Z. XXXV, Nr. 150, 152, 153.)

Anlage zur Sterilisierung von Trinkwasser. Das aus dem Catskill-Gebirge kommende Trinkwasser, wird mit Natriumhypochlorit gereinigt. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 585.)

Neuere Fortschritte in der Wasserreinigung. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 167.)

Herstellung und Verwendung der nahtlosen Mannesmann-Stahlmuffenrohre. Verwendung für Wasserleitungszwecke in vielen Städten. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 851.)

Entwässerung.

Allgemeines. Fortschritte und Entwickelung der kommunalen Abwässerbeseitigung und -reinigung; von Geh. Medizinalrat Dr. Salomon. In England vor 100 Jahren begonnen. Deutschland hat die englischen Erfahrungen benutzt, hier handelt es sich aber um andere Beschaffenheit des Klimas und der Abwässer. Schwemmverfahren; Trennung der Abwässer.

Wert der Abfallstoffe des erwachsenen Menschen im Jahr 8 M. Rieselbetrieb besser; unterbrochene Bodenfilterung (1^{ha} verarbeitet täglich die Abwässer von 3000 Personen) fast gar nicht eingeführt. Chemische Klärung teuer. Mechanische Klärung im Vertrauen auf die Selbstreinigung der Flüsse. Dann forderte man höchstmögliche Reinigung durch das biologische Verfahren, begnügte sich aber wieder mit einer guten Klärung. Verbesserung des mechanischen Verfahrens bei Entfernung des Schlammes; dessen Beseitigung und Verwertung; Ausscheiden des Fettes, Vervollkommnung der Vorrichtungen zum Abfangen der greifbaren, ungelösten Stoffe. Vereinigung der Reinigungs- und Klärverfahren. In Fischteichen können für 1^{ha} Fläche täglich die Abwässer von 1500 bis 2000 Personen gereinigt werden. — Mit vielen Abb. (Wasser u. Gas 1912/13, S. 26, 50.)

Beseitigung der flüssigen und festen Abgänge aus Anstalten und Einzelgebäuden; von K. Thumm. Besprechung und Beschreibung verschiedener Verfahren und Vorrichtungen für die Errichtung von Einzelkläranlagen. — Mit Abb. (Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medizin u. öffentl. Sanitätsw. 1911, Heft 4.)

Abwässerreinigungsanlagen in Mittel- und Norddeutschland und in England. Amtlicher Bericht des Baurats Eberhardt in Stuttgart. Beschreibung der im Auftrage des Württembergischen Ministeriums des Innern in den Jahren 1908 und 1909 besichtigten Anlagen. Bei den deutschen Anlagen ist im wesentlichen die Reinigung häuslicher Abwässer, in England auch die Behandlung der verschiedenartigsten gewerblichen Abwässer beobachtet worden. — Mit vielen Abb. (Z. f. Tranportw. u. Straßenbau 1912, S. 487, 512, 536, 559, 587.)

Hygienische und billige Beseitigung von Schmutzwasser durch Septic-Tanks für Gemeinden. (Ingenieur 1911, Nr. 32; Techn. Gemeindebl. 1912, S. 164.)

Wesen der Abwasserreinigung. Der Verfasser vertritt die Ansicht, daß die Reinigung des Abwassers im wesentlichen auf physikalischen Vorgängen beruhe und Oxydationswirkung und Bakterien nur eine ganz sekundäre Rolle spielen, findet damit jedoch lebhaften Widerspruch. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 582.)

Wasserversorgung und Kanalisation in kleinen Städten; von Bürgermeister Beck in Gardelegen. Baukosten der Wasserversorgung etwa 30 M. für 1 Einwohner, für die Kanalisation dasselbe und im ungünstigsten Falle das Doppelte. (Wasser 1912, S. 523, 551.)

Klärgruben; von Fr. Schrader. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 75, 95.)

Unterbringung der Versorgungsleitungen in den städtischen Straßen; von Regierungsbaumeister Riehl. (Städt. Tiefbau 1912, S. 81, 102, mit Abb.) Entwässerungskanäle, Leitungen für Wasserversorgung, Druckwasser, elektrische Kabel, Telegraph, Rohrpost, Telephon, Druckluft und Heizung. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 81, 102.)

Bestehende und geplante Anlagen. Verschmutzung des Hafens und Abwasserreinigung von Newyork. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 566.)

Kanalisation in Bremen. Für Ausgestaltung der Kanalisation des bremischen Stadt- und Vorstadtgebietes ist die Bildung eines Kanalisationsfonds in einer Höhe von 20612000 M. mit 4 % Verzinsung und Tilgung in 70 Jahren vorgeschlagen. Anliegerbeiträge 15 M. für 1^{m} Anschlußlänge. Stark progressive Kanalsteuer, auch an fertig kanalisierten Straßen für unbebaute Grundstücke. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 527.)

Anschluß an die Kanalisation und die Erhebung von Kanalisationsgebühren in der Stadt Berlin vom 22. Mai 1912. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 546.)

Anliegerbeiträge; Kanalbaukostenbeiträge. Gerichtliche Entscheidungen. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 591.)

Hebung des Grundwasserspiegels durch Anlage städtischer Rieselfelder. Die Stadtgemeinde Berlin wurde verurteilt, dem Kläger 5 Achtel des entstandenen Schadens zu ersetzen. Urteil des Reichsgerichts vom 12. Mai 1912. (Wasser 1912, S. 556.)

Betriebsergebnisse der Faulraumbehandlung in Plainfield. Versuche zur Aufklärung mangelnder Zersetzungsenergie. (Eng. record 1912, S. 47; Gesundh.-Ing. 1912, S. 614.)

Abwasserpumpstation der Dresdener Kanalisationsanlage; von Dipl.-Ing. F. v. Hammel. Die Fördermenge schwankt zwischen 800 und 16200 Sekundenlitern, die Förderhöhe zwischen 0 und $7{,}4^{m}$. 8 Zentrifugalpumpen mit elektrischem Antrieb. — Mit Abb. (Zentralbl. f. Wasserbau u. Wasserwirtsch. 1912, S. 353.)

Einzelheiten. Beeinflussung des biologischen Verfahrens durch industrielle Abwässer; von Dr. K. Thimme. Das für Pflanzen und Tiere ein heftiges Gift bildende Rhodanammonium wird bei Vorhandensein in kleinen Mengen im biologischen Tropfkörper völlig zersetzt, bei größeren Mengen findet unvollständige Zersetzung und gleichzeitig Störung des Abbaues der fäulnisfähigen organischen Substanzen statt. Eine schwachsauere Reaktion des Abwassers, selbst wenn sie nicht von freier Säure herrührt, bringt eine erhebliche Schädigung des biologischen Verfahrens hervor. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 542.)

Einfluß des Abwassers von Ammoniumsulfatfabriken auf die Reinigungsmöglichkeit von städtischen Abwässern. Laboratoriumsversuche. Bei Reinigung häuslicher Abwasser durch Lüftung setzt die Nitrifikation nach Zumischung von 0,5 % Ammoniakabwasser später und langsamer ein; die Abnahme der Bakterien wächst bei Zusätzen von 1 und 1,5 %. In Füllkörpern mit genügend feinem Material ist noch bei 0,5 % Gehalt an Ammoniakabwasser eine Reinigung ohne weiteres möglich. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 154; Wasser u. Gas 1912/13, S. 60.)

Als Ufermauer ausgebildeter Abfangkanal; von Dr.-Ing. W. Herwig. Rechteckiger Kanal von $4{,}50 \times 3{,}60^{m}$ im Lichten, auf 750^{m} als Ufermauer ausgebildet. Ausführung in Eisenbeton mit Dehnungsfugen in 15^{m} Abstand in der Decke und der Stützmauer. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 512.)

Neuerungen auf dem Gebiete der Abwasserbeseitigung (s. **1913**, S. 179). Vorrichtung, bei der sich selbsttätig durch Grob- und Feinschlamm ein Feinfilter bildet, so daß beim Hindurchsaugen der Abwässer ein annähernd klares, bakterienfreies Abwasser erzielt wird; Führung der Schwimmstoffe und Gase durch eine unten offene, unter dem Wasserspiegel befindliche Rinne zu einer Sammelglocke; Vorrichtung zum Reinigen der Abwässer aus Schlachthäusern, Molkereien usw. Kläreinrichtung zur gleichzeitigen Ausscheidung von Klärwasser, Schlamm und Sinkstoffen; Vorrichtung zum Reinigen von Abwässern, bei der auch dem Abwasser Luft oder Ozon nach dem Gleichstromprinzip zugemischt werden kann; Förderrechen zur mechanischen Reinigung in Form einer über Rollen laufenden endlosen Kette. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 165.)

Gewinnung von nutzbarem Gas, Teer usw. aus Abwasser. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 582.)

Neue Untersuchungen über Betrieb und Wirkung verschiedener Formen von Füllkörpern.

Untersuchungen über Dibdins Schieferplattenkörper. (Eng. record 1912, S. 35; Gesundh.-Ing. 1912, S. 614.)

Neuerungen auf dem Gebiete der Abwässerreinigung. Abstreichvorrichtung für umlaufende Fördergitter; Abfangvorrichtung für feste Stoffe; Grobrechen mit Abstreichvorrichtung; Abstreichvorrichtung für drehbare, kegelförmige Abwässerreinigungssiebe; Vorrichtung zur Beseitigung des sich unter scheibenförmigen Reinigungsvorrichtungen absetzenden Schlammes; umlaufender Reiniger. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 197.)

E. Eisenbahnbau,

bearbeitet vom dipl. Ingenieur Alfred Birk, o. ö. Professor an der Deutschen Technischen Hochschule in Prag.

Linienführung und Allgemeines.

Aussichten eines Staatsbahnsystems in England; von Gustav Cohn. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1417.)

Wirtschaftliche Betrachtungen über Stadt- und Vorortbahnen (s. **1913**, S. 180); von Gustav Schimpff. Betriebsweise und Betriebskosten. — Mit 3 Tafeln. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1457.)

Städteverwaltung und Eisenbahnbetrieb; von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor E. Biedermann. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1518, 1533.)

Widerstand steifachsiger Fahrzeuge in Bogen; von Dipl.-Ing. J. Meyer in Absberg. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 333.)

Verschwenkung gekrümmter Gleise (s. **1912**, S. 424); von Regierungsbaumeister K. Hennig. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 334.)

Umgestaltung des Gleisdreiecks der Berliner Hoch- und Untergrundbahn. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1564.)

Bau der Hamburger Hochbahn (s. **1912**, S. 514); von Direktor W. Stein. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1912, II, S. 130.)

Einführung der linksufrigen Zürichseebahn in den Hauptbahnhof Zürich der S. B. B. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 317.)

Stadtbahn in Paris; von Ing. Godfernaux. Beschreibung der Führung und des Baues der Linien 7 und 8. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 233.)

Ausbau des griechischen Bahnnetzes. (Railway Gazette 1912, S. 242, 298.)

Statistik.

Eisenbahnen des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen im Jahre 1910 (s. **1913**, S. 180). Gesamtlänge 136 426 ^{km}, hiervon 78 318 ^{km} eingleisig. (Oesterr. Eisenb.-Z. 1912, S. 201; Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 356.)

Eisenbahnbetriebsergebnisse während des Jahres 1910 in Frankreich, England und Deutschland (s. **1912**, S. 423); von Generalinspektor C. Colson. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongr.-Verb. 1912, S. 1419.)

Eisenbahnen Deutschlands, Englands und Frankreichs in den Jahren 1906 bis 1908. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1498.)

Abschluß der preußischen Staatsbahnen für 1911. Kritische Erörterung. (Z. d. Ver. Deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1545.)

Sächsische Staatseisenbahnen im Jahre 1911 (s. **1912**, S. 423). (Z. d. Ver. Deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1179.)

Oesterreichische Staatsbahnen in den Jahren 1901 bis 1910 (s. **1912**, S. 514); von Dr. v. Wittek. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1433.)

Eisenbahnen Ungarns im Jahre 1910 (s. **1912**, S. 242). Betriebslänge 20 646 ^{km}; davon 39,3 % Staatsbahnen, 44,7 % Privatbahnen im Staatsbetrieb. Doppelgleisig 5,64 %. (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1483.)

Ungarische Staatseisenbahnen im Jahre 1911. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1335.)

Eisenbahnen der Schweiz im Jahre 1910 (s. **1912**, S. 514). (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 286; Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1529.)

Betriebsergebnisse der französischen Eisenbahnen im Jahre 1911; von Generalinspektor C. Colson. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1912, S. 1425.)

Italienische Staatsbahnen im Jahre 1910/11 (s. **1912**, S. 514). (Deutsche Straßen- und Kleinb.-Z. 1912, S. 787; Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1541.)

Englische Eisenbahnen im Jahre 1911 (s. **1912**, S. 136). (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1351.)

Deutsch-südwestafrikanische Südbahn nebst Landungsbetrieb in Roberthafen im Rechnungsjahr 1911. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1401.)

Otavibahn im Rechnungsjahre 1911. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1353.)

Eisenbahnen der Vereinigten Staaten von Amerika in den Jahren 1908/9 und 1909/10 (s. **1912**, S. 423). (Arch. f. Eisenbw. 1912, S. 1566.)

Ausgeführte Bahnen.

Auf schwedischen Eisenbahnen. A. Kuntzemüller schildert Reiseeindrücke über Bau und Betrieb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1425, 1441.)

Die Bahn nach dem Jungfraujoch. Beschreibung der neu eröffneten Strecke „Eismeer-Jungfraujoch". — Mit Abb. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1912, S. 877; Wochenschr. f. d. öffentl. Bauw. 1912, S. 851.)

Berninabahn (s. **1912**, S. 138). — Mit Abb. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1912, S. 749, 765, 781.)

Eisenbahnunterbau.

Lawinenverbauungen der Berner Alpenbahn Bern-Lötschberg-Simplon; von Dipl.-Ing. K. Imhof. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 801, 817.)

Eisenbahnoberbau.

Formänderungen am schwebenden Schienenstoße. Dr.-Ing. Saller vertritt gegenüber Wiencke (s. **1912**, S. 424) die Anschauung, daß die Stoßwirkung von großem Einflusse ist. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 351.)

Oberbau mit gußeisernen Stühlen; von Chef-Ing. van Dyk. Die Befestigung der Schienen erfolgt durch 2 Klemmplättchen und 2 Klemmbolzen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 416.)

Schienenbrüche infolge flacher Stellen an den Rädern treten besonders häufig bei festgefrorener Bettung auf. Erfahrungen auf amerikanischen Bahnen. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1912, S. 1216.)

Hartholz-Einsatzplatte für Eisenbahnschwellen; von Oberbaurat M. Matthaei. Die Anordnung hat dieselben Vorteile wie die Holzverdübelungen, vermeidet aber deren Nachteile; die eisernen Unterlagsplatten sollen entbehrlich werden. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauwes. 1912, II, S. 133.)

Europäische Systeme für Schienenbett- und Schienenrillenentwässerung bei Straßenbahngleisen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 846.)

Neuer Oberbau der Wengernalpbahn auf der neuen Linie Lauterbrunnen-Wengen. Der alte Zahnstangen-Oberbau zeigte im Winterbetriebe manche Nachteile, die jetzt beseitigt sind. — Mit Abb. (Schweizer. Bauz. 1912, II, S. 343.)

Bahnhofsanlagen und Eisenbahnhochbauten.

Ablaufanlagen auf Verschiebebahnhöfen für reinen Schwerkraftsbetrieb (vgl. **1912**, S. 425). Ausführliche Erörterung der Neigungsverhältnisse von Dr.-Ing. Sammet. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 397, 420.) — Entgegnung von Cauer. (Ebenda, S. 441.)

Leipziger Hauptbahnhof (s. **1912**, S. 425). — Mit Abb. (Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 845.)

Elektrischer Bahnbetrieb.

Einrichtung elektrischen Betriebes auf den Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen (s. **1913**, S. 182). Auszug aus der amtlichen Beantwortung der zu dem Gesetzentwurf von der Kommission gestellten 19 Hauptfragen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1561, 1579.)

Elektrisierung der sächsischen Staatseisenbahnen. Aus der Denkschrift der sächsischen Regierung. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1534.)

Elektrische Zugförderung auf der Strecke Dessau-Bitterfeld (s. **1913**, S. 182). — Mit Abb. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongr.-Verb. 1912, S. 1395.)

Elektrische Bahn „Leiden-Katwyk-Noordwyk". Vollspurige, zweigleisige Bahn; Halbmesser bis zu 20^{m} herab; 20^{km} Gesamtlänge. Oberleitung. — Mit Abb. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1912, S. 883, 895.)

Betriebskosten der Gotthardbahn bei elektrischer Zugförderung (s. **1912**, S. 425). Nach einem Vortrage von Tissot, dem Präsidenten der Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1400.)

Wechselstrombahn Spiez-Frutigen (s. **1912**, S. 138). Der versuchsweise durchgeführte elektrische Betrieb hat sich gut bewährt. — Mit Abb. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1912, S. 814, 833, 847.)

Elektrische Eisenbahn von Martigny nach Châtelard (s. **1911**, S. 534). Auf einer Länge von 2477^{m} liegt die Zahnstange Strub in Steigungen von 200 ‰. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 303, 358.)

Aufsergewöhnliche Bahnsysteme.

Seilhängebahnen oder Seileisenbahnen (s. **1913**, S. 183). Ing. R. Frank sucht den Nachweis zu führen, daß Seilhängebahnen für Personenförderung den Seileisenbahnen vollständig ebenbürtig sind. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 709.)

Eisenbahnbetrieb.

Wegeübergänge in Schienenhöhe (s. **1912**, S. 516). Regierungsbaumeister W. Wolff weist darauf hin, daß nicht nur die rasche Beseitigung auf den bestehenden Bahnen, sondern auch die äußerste Einschränkung solcher Ueberwege bei neu zu bauenden Bahnen wichtig ist. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1397.)

Bildliche Bahnhofsfahrordnungen; von Kühl. Vorschläge hierzu von Plate, kritische Erläuterungen von Weißenbruch und Verdeyen. — Mit Abb. (Bull. d. intern. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1912, S. 1355.)

Distanzsignal in Oesterreich-Ungarn; von L. Kohlfürst. Geschichtliche Betrachtungen. (Oesterr. Eisenb.-Z. 1912, S. 217, 233, 259, 273, 281.)

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. von Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Grundbau.

Gründung der Widerlager im neuen Bahnhofsgebäude zu Leipzig (s. oben) für die $42{,}5^{m}$ weitgespannten Hauptbinder der Bahnsteighallen auf $10{,}5^{m}$ Tiefe mit Hilfe eines zwischen Backsteinmauern eingestampften Betonklotzes, dessen Grundfläche eine Breite von $6{,}2^{m}$ besitzt. — Mit Abb. (Génie civil 1913, Bd. 62, S. 305.)

Ueberbauung der Charlottenburger Untergrundbahn durch das Deutsche Opernhaus; von Leitholf. Eine Ecke des Deutschen Opernhauses, die über der Untergrundbahn zu liegen kam, mußte unterfangen werden. Dies geschah durch 5 eiserne Unterzugträger, die sich auf besondere, seitlich von der Untergrundbahn errichtete Widerlager stützen. Ihre Höhe durfte nur 60^{cm} betragen. 2 Träger konnten als genietete Balkenträger ausgeführt werden, die übrigen 3 wurden als Zweigelenkrahmen ausgebildet. — Mit Abb. u. Schaub. (Deutsche Bauz. 1913, S. 58.)

Gründung der Pfeiler für die Straßenbrücke über die Save in Krainburg. Eisenbetonkasten wurden mit Hilfe von Druckluft versenkt. Ausführliche Beschreibung und Mitteilung der Berechnungen. — Mit Abb. u. 2 Taf. (Nouv. ann. de la constr. 1912, S. 146.)

Gründung eines Doppelgebäudes auf Eisenbetonpfählen in Paris; von E. Rivoalen. Die Pfähle wurden in Gruppen von je 3 oder 5 unter den Mauern und Pfeilern verteilt und durch Bogen oder Eisenbetonbalken miteinander verbunden; letzteres mußte auf derjenigen Seite des Gebäudes erfolgen, auf der keine Keller angeordnet werden konnten. Eingehende Besprechung mit Angaben über die Berechnung. — Mit Abb. u. 1 Taf. (Nouv. ann. de la constr. 1912, S. 182.)

Druckluftgründungen der Pfeiler der neuen Quebecbrücke (s. **1911**, S. 283). Eingehende Beschreibung. — Mit Abb. u. Schaub. (Engineer 1912, II, S. 666; Eng. record 1912, Bd. 66, S. 596; Génie civil 1913, Bd. 62, S. 230.)

Gründung des Drehpfeilers der East Hoddam-Brücke über den Connecticut. Der $20{,}4^{m}$ lange und $13{,}7^{m}$ breite Pfeiler wurde im Schutze eines Fangdammes aus Beton (1 : 3 : 6) gestampft und mit Granitquadern bekleidet. Er ruht auf 344 Pfählen. Beschreibung der Gründungsarbeiten auch der anderen Brückenpfeiler. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 630.)

Gründung der Pfeiler der Beaver-Brücke über den Ohio mittels Druckluft und Holzkasten. — Mit Abb. (Engineering 1913, I, S. 41.)

Pfeilergründung in unmittelbarer Nähe eines Staudammes. Der zweite Pfeiler der neuen zweigleisigen Eisenbahnbrücke über den Potomac kreuzt sich mit dem vorhandenen Staudamm und mußte an diesen angeschlossen werden, was Schwierigkeiten verursachte. Beschreibung des Fangdammes und der Bauausführung. — Mit Lageplan, Abb. u. Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 602.)

Tiefe Gründung mit Eisenbetonpfählen, die auf 14,5 bis $18{,}7^{m}$ unter der Erdoberfläche bis auf den

Fels hinabgetrieben wurden. Ausführliche Beschreibung. — Mit Abb. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 637.)

Wirkung des Auftriebes unter Pfeilern (s. **1913**, S. 185). Weiterer Meinungsaustausch zwischen Franzius und Zimmermann, bei welcher jeder seinen Standpunkt weiter vertritt. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 96.)

Neue Art von Auslegergründungen. Die Eisenbetonquerträger bilden mit den auskragenden Längsträgern einen im Grundriß T-förmigen Querschnitt, dessen Schwerpunkt mit dem Schwerpunkt der Säulenlasten zusammenfällt. — Mit Abb. (Eng. news 1912, II, S. 995.)

Moderne Gründungen auf Schlamm- und Moorboden; von Mich. Heimbach. Es werden die Eisenbeton-Gründungen besprochen, und zwar 1. die Flachgründungen, bei denen das Bauwerk entweder auf eine durchlaufende, gleich starke Eisenbetonplatte oder auf einen in Rippen und Platten aufgelösten Eisenbetonflachrost gestellt wird, und 2. die Tiefgründungen mittels Pfähle oder Pfahlbündel aus Eisenbeton oder Holz in Verbindung mit Eisenbetonabdeckungen, auf welche durch Eisenbetonbalken die Last des Mauerwerks oder Bauwerks übertragen wird. Die Bauausführungen werden an verschiedenen ausgeführten Beispielen erläutert. — Mit Abb. (Südd. Bauz. 1913, S. 19, 28, 35.)

Herstellung und Einrammung von Eisenbetonpfählen; von Pimm. Die Herstellung in Formen auf der Baustelle, sowie das Verhalten der Pfähle beim Eintreiben werden eingehend erörtert. — Mit Abb. (Proc. of civ. eng. 1911/12, Bd. 3, S. 314.)

Schraubenpfähle und Ankerschrauben werden in verschiedenen Ausführungen zur Kenntnis gebracht. — Mit Abb. u. 1 Tafel. (Nouv. ann. de la constr. 1912, S. 164.)

Tunnelbau.

Verhalten des Zements bzw. Betons im Eisenbahntunnel (s. **1913**, S. 188). Rohland hebt hervor, daß seine Beobachtungen durch Laboratoriumsversuche gewonnen seien. Die Gipsbildung bei bereits abgebundenem Zement beruhe jedenfalls darauf, daß dieser wieder stark durchnäßt wurde. Von großer Wichtigkeit sei es auf alle Fälle, daß die Verschalung nicht eher entfernt werde, als bis der Zement oder Beton vollständig abgebunden habe, da auf trockenen, vollständig abgebundenen Zement die schweflige Säure nicht einwirke. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1503.) — Unter Hinweis auf sämtliche Veröffentlichungen über diesen Gegenstand werden von H. Kühl die chemischen Vorgänge bei Einwirkung von schwefliger Säure auf erhärtenden und erhärteten Zementmörtel besprochen, wobei darauf hingewiesen wird, daß zur Bildung des Kalziumsulfoaluminates, abgesehen vom Wasser, das Zusammentreffen von freiem Kalk, Tonerde und schwefliger Säure erforderlich ist. Da man aber in den Tunneln stets mit dem Vorhandensein von schwefliger Säure zu rechnen hat, wird es also darauf ankommen, entweder die Tonerde oder den freien Kalk auszuschalten. Dies geschieht bei Anwendung von Erzzement, da dieser nahezu frei von Tonerde ist, worauf das günstige Verhalten des Erzzementes in Tunnelbauten zurückzuführen ist. Er ist aber teuer, wie schon von anderer Seite hervorgehoben wurde. Erfolgreicher erscheinen daher Bindemittel, die weder freien Kalk enthalten, noch auch in irgendwie beträchtlicher Menge beim Erhärten abspalten. Als solche werden Hochofenzemente empfohlen. (Ebenda 1912, S. 1577.)

Bau des Elbtunnels in Hamburg (s. **1913**, S. 189). Ausführliche Besprechung. — Mit Abb., Schaub. u. 1 Taf. (Rev. industr. 1912, S. 673, 694.)

Der Kaiser-Wilhelm-Tunnel bei Cochem a. d. Mosel erhält eine neue elektrisch betriebene Lüftungsanlage. Von der Bergspitze wird bis neben den Tunnelrücken ein Schacht hinabgeführt, an dessen oberer Mündung ein mehrere hundert Pferdekräfte starker Motor eine Lüftungsvorrichtung treiben soll, die die verbrauchte Luft aus dem Tunnel saugt. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1537.)

Wiederherstellung des Hönebachtunnels; von R. Loewel und E. v. Willmann. Nach Darstellung der Baugeschichte des in den Jahren 1845 bis 1848 erbauten 982 m langen Tunnels werden die Wiederherstellungsarbeiten an dem durch Gebirgswasser stark beschädigten Tunnelmauerwerk sowie die dabei gemachten Erfahrungen eingehend geschildert. In den Jahren 1898 bis 1907 waren die Widerlager nach und nach erneuert worden. Von 1908 bis 1911 wurde das schadhafte Gewölbe ausgebessert, zum Teil erneuert und vollständig trocken gelegt. Zu diesem Zweck war über dem Gewölberücken, von beiden Tunneltoren her, ein 1,5 m breiter und 1,8 m hoher Stollen vorgetrieben und der Tunnel selbst eingerüstet, so daß der Betrieb durch den sonst zweigleisigen Tunnel nur auf einem in die Mitte verschobenen Gleise stattfinden konnte. Vom Stollen aus erfolgten dann schrittweise in einzelnen Ringen die Freilegung des Gewölberückens, die Erneuerung schadhafter Stellen, die Auspackung und die Trockenlegung. — Mit Abb. u. 1 Taf. (Z. f. Bauw. 1913, S. 121—138.)

Tunnelbauten am Arlberg. Die Bahn wird an mehreren Stellen durch Lawinen und Felsstürze gefährdet. Dieser Gefahr soll durch zwei Tunnel begegnet werden. Der eine, 1500 m lang, wird unweit der Trisanna-Brücke ausgeführt und wurde am 1. Juli 1912 begonnen; der zweite, 1140 m lang, liegt beim Wildtobel zwischen Station Danöfen und Klösterle und wurde am 1. Oktober 1912 in Angriff genommen. Schwierigkeiten bietet hier die Unterfahrung des Spreubaches in 27 m Tiefe, sowie zu erwartender starker Gebirgsdruck und Wasserzudrang. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 80.)

Vom Rickentunnel werden eingehende Mitteilungen über die Absteckung, die Gesteins- und Wasserverhältnisse, die vorgeschriebenen Normalprofile und über den Baubetrieb gemacht. Auch die Profile des zweigleisigen Rosenberg-Tunnels werden zur Darstellung gebracht; zum Schluß werden die Grubengas- und Druckerscheinungen, sowie die Wiederherstellungen im Rickentunnel besprochen. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 177, 291, 309.)

Vierteljahrsberichte über die Arbeiten auf der Linie Frutigen-Lötschberg-Brig und am Tunnel für die Zeiten Januar-März, April-Juni und Juli-September 1912. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 217; 1913, I, S. 36.)

Einsturz am Viktoriatunnel auf der Südrampe der Lötschbergbahn infolge eines Bergrutsches, am 10. Oktober 1912, nachmittags. Kurze Beschreibung. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 245.)

Ausbau des zweiten Simplontunnels (s. **1913**, S. 189). Es wird eine besondere „Bauabteilung für den Simplontunnel II" von der Generaldirektion der Bundesbahnen in Aussicht genommen, als deren Direktor Obering. F. Rothpletz aus Aarau gewonnen wurde. Auch auf italienischem Gebiet ist der Bau nunmehr genehmigt. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 247, 327; Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 39.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Simplontunnel II. Nachdem am 22. Januar 1913 die Mauerung auf der Nordseite begonnen hat, ist nunmehr der Ausbau des zweiten Stollens in Betrieb gesetzt. Die Baulänge zwischen den Tunneleingängen beträgt 19825 m, gegen-

über 19803 ^{m} beim ersten Tunnel, weil auf der Nordseite die Eingänge nicht in gleicher Flucht liegen und auf der Südseite die Tunnelkurve länger ist als beim Tunnel I. Vom Tunnel II wurden von Anfang an ausgebaut: 110 ^{m} bei den Minenanlagen auf der Nordseite, 527 ^{m} in der Ausweichestelle in Tunnelmitte und 12 ^{m} beim Südeingang, zusammen 649 ^{m}, so daß noch 19176 ^{m} zu bauen sind. Von den am 13. Dezember 1912 in Angriff genommenen Bauarbeiten sind zu nennen die bis zum Jahresschluß ausgeführten 33 ^{m} Firststollen auf der Nordseite. Im Januar 1913 betrug:

	Nordseite	Südseite	Zus.
vom Firststollen die Monatsleistung	181 ^{m}	— ^{m}	181 ^{m}
Stand am 31. Januar	214 „	— „	214 „
vom Vollausbruch die Monatsleistung	70 „	— „	70 „
Stand am 31. Januar	70 „	— „	70 „
vom Widerlager die Monatsleistung	12 „	— „	12 „
Stand am 31. Januar	12 „	— „	12 „
vom Gewölbe die Monatsleistung	6 „	— „	6 „
Stand am 31. Januar	6 „	— „	6 „
der Ausbau des Tunnels II	6 „	— „	6 „
der mittlere Schichtenaufwand			
täglich im Tunnel	207	—	207
außerhalb des Tunnels	205	25	230
zusammen	412	25	437

Zurzeit wird im Tunnel in 2 achtstündigen Schichten gearbeitet. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 92.)

Tabellarische Zusammenstellung über den Stand der Arbeiten am Grenchenbergtunnel in den Monaten Oktober, November und Dezember 1912 (s. **1913**, S. 189). (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 810; 1913, S. 44, 75.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Grenchenbergtunnel (s. **1913**, S. 189). Am 8. Sept. 1912 wurde auf der Nordseite der Stollenbetrieb mittels Handbohrung mit einem mittleren Tagesfortschritt von 3,1 ^{m} wieder aufgenommen, da die Mauerung an der Druckstelle soweit fortgeschritten war, daß man durchkommen konnte. Auf der Südseite betrug der mittlere Tagesfortschritt bei Handbohrung 3,7 ^{m}. Im Oktober und November fand Handbohrung mit steigenden Tagesfortschritten auf beiden Seiten statt. Im Dezember begann auf der Nordseite die Maschinenbohrung bei Kilometer 0,9656, während auf der Südseite noch Handbohrung beibehalten wurde. Im Januar 1913 betrug:

	Nordseite	Südseite	Zus.
im Sohlenstollen die Monatsleistung	255 ^{m}	181 ^{m}	436 ^{m}
Länge am 31. Januar	1277 „	1434 „	2711 „
die mittl. tägl. Arbeiteranzahl			
außerhalb des Tunnels	229	244	473
im Tunnel	463	435	898
zusammen	692	679	1371
die Gesteinstemperatur vor Ort Grad C	11	10—9,5	
an der Mündung ausfließendes Wasser $^{l}/_{sek.}$	36	45	

Der mittlere Tagesfortschritt der Bohrung betrug auf der Nordseite 8,5 ^{m}, auf der Südseite 6,2 ^{m}. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 204, 272, 327; 1913, I, S. 24, 92.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Hauenstein-Basistunnel (s. **1913**, S. 190). Im September bis November 1912 wurde auf der Nordseite neben dem Aushub im offenen Einschnitt der Sohlenstollen im Bergschutt betrieben, im Dezember jedoch die Arbeit in letzterem eingestellt, weil der Voreinschnitt die Sohle des Tunnels noch nicht erreicht hatte. Im Januar 1913 wurde der Stollenvortrieb mit Handbohrung aber wieder aufgenommen. Auf der Südseite erfolgte in allen Monaten gleichmäßige Fortsetzung des Vortriebs mit 2 bis 3 Bohrhämmern. Im Januar 1913 betrug:

	Nordseite	Südseite	Zus.
im Sohlenstollen der Monatsfortschritt	61,0 ^{m}	206,4 ^{m}	267,4 ^{m}
der mittlere Tagesfortschritt	2,2 „	7,4 „	9,6 „
Länge am 31. Januar	127,0 „	2019,9 „	2146,9 „
im Firststollen der Monatsfortschritt	— „	265,0 „	265,0 „
Länge am 31. Januar	19,0 „	1617,0 „	1636,0 „
vom Vollausbruch der Monatsfortschritt	— „	230,0 „	230,0 „
Länge am 31. Januar	19,0 „	1258,0 „	1277,0 „
vom Mauerwerk die Widerlagerlänge am 31. Januar	19,0 „	1045,0 „	1064,0 „
die Gewölbelänge am 31. Jan.	19,0 „	945,0 „	964,0 „
die Wassermenge an der Mündung $^{l}/_{min}$	10,4	10,5	
die Gesteinstemperatur vor Ort Grad C	—	21,0	
die Lufttemperatur vor Ort Grad C	—	24,0	
der mittl. Schichtenaufwand			
täglich im Tunnel	49	791	840
außerhalb des Tunnels	28	286	314
auf offener Strecke	177	72	249
zusammen	254	1149	1403

(Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 204, 272, 327; 1913, I, S. 37, 93.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Mont d'Or-Tunnel in den Monaten Oktober bis Dezember 1912 (s. **1913**, S. 190). Im Dezember betrug:

	Vallorbe	Frasne	Zus.
im Sohlenstollen der Monatsfortschritt	125 ^{m}	— ^{m}	125 ^{m}
Länge am 31. Dezember	4366 „	— „	4366 „
im Firststollen der Monatsfortschritt	130 „	62 „	192 „
Länge am 31. Dezember	4207 „	1406 „	5613 „
vom Mauerwerk das Gewölbe am 31. Dezember	3704 „	726 „	4430 „
das Widerlager am 31. Dez.	3321 „	— „	3321 „
das Sohlengewölbe „ 31. „	3166 „	— „	3166 „

(Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 327; 1913, I, S. 24.) Am 23. Dezember 1912 erfolgte in dem an diesem Tage bereits auf 4274 ^{m} vom Vallorbeende vorgetriebenen Tunnel ein Wassereinbruch mit 40 $^{cbm}/_{sec.}$. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 39; Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 75.)

Metropolitain-Bahn in Paris; von R. Godfernaux (s. oben). Ausführliche Darstellung. — Mit 49 Abb. und 2 Taf. (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 233.)

Neuer Themse-Tunnel zwischen Nord- und Süd-Woolwich (s. **1913**, S. 191). Eröffnung am 26. Oktober 1912. Kurze Beschreibung und Schilderung einer Geschichte der Themse-Tunnel. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 779.)

Tunnel unter dem Aermelkanal; von O. Ballerstedt (s. **1913**, S. 192). Der Bericht an die Pariser Stadtverwaltung vom Stadtrat Lemarchand wird wiedergegeben. Nach einer geschichtlichen Schilderung der vielen Pläne, von denen der erste im Jahre 1834 auftauchte, wird der neue Entwurf besprochen und namentlich den vielen Einwänden von englischer Seite entgegengetreten. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1485.)

Vermessung des Wachusett-Tunnels zu Boston; von A. W. Tidd. Die Vermessung des 3 ^{km} langen, von Schächten und einem Mundloch aus gleichzeitig vorgetriebenen, 3,3 ^{m} hohen, 3,7 ^{m} breiten, im Quer-

schnitt hufeisenförmigen Tunnels der Wachusett-Wasserleitung erfolgte durch das „Schnurlinien-Verfahren". — Mit Abb. (Eng. news 1912, I, S. 1186; Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 424.)

Verwendung des Eisenbetons bei der Untergrundbahn in Boston; von Probst. Der Tunnel ist auf Holzpfählen, die mit einer 45 cm starken Eisenbetonplatte abgedeckt wurden, gegründet. Baugrubenaussteifung; Tunnelquerschnitte. — Mit Abb. (Arm. Beton 1913, S. 1.)

Ausschachtung und Verzimmerung der Sektion 2 des Lexington-Avenue-Tunnels in Newyork (s. **1913**, S. 191) unter Aufrechterhaltung des lebhaften Straßenverkehrs während des Tages. Die Abdeckung der Baugrube und die Aufstellung der Hebevorrichtungen auf erhöhten Bühnen mit Durchlässen für den Verkehr sind besonders beachtenswert. — Mit Abb. und Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 660.)

Tunnel des Newyorker Endzweiges der Pennsylvaniabahn; von G. Gebb. Kurze Beschreibung der Tunnelanlagen und der Lüftungsvorrichtungen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 338.)

Elektrisch betriebene Waren-Untergrundbahn in Chicago, besonders die Lokomotiven, die Wagen und der Verkehr. — Mit Abb. u. Schaub. (Génie civil 1912, Bd. 62, S. 91.)

Eine neue elektrische Untergrundbahn für Chicago wird außer der bestehenden unmittelbar über dieser geplant. Der Bau wird durch die tiefe Lage der vorhandenen Bahn ermöglicht und erleichtert, indem in der Sohle der neuen Bahn Schächte zur Güterbahn angelegt werden, durch welche die Ausschachtungsmassen in bereitstehende Wagen gestürzt und dann abgefahren werden können. Ein ähnlicher Plan besteht auch für San Franzisco. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1556.)

Tieferlegung des Tunnels unter der Van-Burenstraße in Chicago; von W. Artingstall. Die Vertiefung des Chicagoflusses machte die Tieferlegung von 3 Tunneln, und zwar unter der Washington-, unter der La Salle- und der Van-Burenstraße notwendig. Der Letztere ist zweigleisig, die beiden anderen sind doppelt eingleisig. Das Backsteingewölbe des Van-Burentunnels hatte als Wölblinie einen Korbbogen von 9,4 m Spannweite in Kämpferhöhe, dessen Scheitel 6,1 m über dem des umgekehrten Gewölbes der Sohle lag. Es wurde zunächst unter der alten gewölbten Decke eine neue aus Betonkappen von 1,3 m Breite zwischen 9,75 m langen und 813 mm hohen Eisenträgern hergestellt und dann die Sohle tiefer gelegt. An den Enden der Flußstrecke wurde der Raum zwischen dem alten Gewölbe und der neuen Decke durch Stirnmauern geschlossen. Beschreibung des neuen Tunnels und der neuen Entwässerung. — Mit Abb. (Eng. news 1912, Bd. 67, S. 270; Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1912, S. 337.)

Bohrung und Bau des neuen Sand Patch-Tunnels der Baltimore- und Ohio-Eisenbahn. Kurze Beschreibung. — Mit Schaub. (Eng. record 1912, Bd. 66, S. 638.)

Vortrieb des Firststollens vom Ikomatunnel zwischen Osaka und Nara in Japan. Der Firststollen des 3200 m langen Tunnels hat 2,45 m Höhe und 3,35 m Breite. Die Leynerschen Bohrmaschinen sind abweichend von der gewöhnlichen Art der Aufstellung nicht an lotrechten Stützen befestigt, sondern an einem wagerechten Balken, der an den Enden mit Hilfe zweier Schrauben gegen die Seitenwände gepreßt wurde, und für den nur 2 Aufstellungen, eine in der Nähe des Scheitels und eine zweite in der Nähe der Sohle, genügten, um die erforderlichen Bohrlöcher anzubringen. Dadurch wird Zeit erspart, da nach jedem Abschuß der Balken gleich in seine höhere Lage gebracht und mit der Bohrung wieder begonnen werden kann, während die Felstrümmer fortgeräumt werden. Tagesfortschritt in dem harten Granit betrug 3 bis 6 m. Es werden 12 bis 26 Bohrlöcher, im Durchschnitt 20 Bohrlöcher von 2 bis 2,5 m Tiefe für einen Abschuß erforderlich. Dafür genügen 5 Stunden, während das Laden, Schießen, Lüften und Abräumen etwa 3 Stunden erfordert. Zum Antrieb der Bohrmaschinen dient Elektrizität, die durch eine 25 km entfernte Wasserkraft erzeugt wird. (Génie civil 1913, Bd. 62, S. 318.)

Die Luft in der Pariser Untergrundbahn. Bei den Strecken mit größerer Tunnellänge hat man sowohl die natürliche Lüftung durch Oeffnungen, als auch die künstliche mit Ventilatoren angewendet, wobei Letztere keine guten Ergebnisse gezeigt hat. Daraus wird der Schluß gezogen, daß künstliche Lüftung nur in Ausnahmefällen bei Untergrundbahnen anzuwenden sei. Die geringen Entfernungen zwischen den Stationen geben auch die Möglichkeit, Luftschächte in der Nähe der Stationen selbst anzubringen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1912, S. 1526.)

Mit Druckluft getriebene Steinbohrer für die Erbohrung des Mount Royal-Tunnels werden neben einer kurzen Beschreibung dieses zweigleisigen rd. 5630 m langen Tunnels besprochen. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1913, Bd. 57, S. 64.)

G. Brückenbau und Fähren; Statik der Baukonstruktionen,

bearbeitet von Regierungsbaumeister G. Oppermann in Hannover.

Allgemeines.

Eisenbetonbauten auf der Gewerbe-, Industrie- und Landwirtschaftsausstellung zu Köslin 1912; von Dipl.-Ing. Meyer. Einige recht bemerkenswerte Bauten werden erläutert. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1912, S. 297.)

Stein-, Beton- und Eisenbetonbrücken.

Eisenbetonbrücke im Bayrischen Wald; von Obering. C. F. Müller. Kurze Beschreibung. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1912, S. 384.)

Eisenbetonbrücken über die Murta in Hinter-Ibach; von H. Gubelmann. Bogenbrücke mit aufgehängter Fahrbahn von 35 m Spannweite und 3,5 m lichter Breite. Geringe Querschnitte bedingten starke Armierung. Fahrbahn als Rippenplatte ausgebildet. Eingehende Beschreibung. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1912, I, S. 291.)

Kräppnersteg über die Rednitz in Fürth i. B. Gewölbte Eisenbetonbrücke von 25 m Spannweite und 2,2 m Breite. Kurze Beschreibung. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1912, S. 137.)

Brückenkanal des Großschiffahrtsweges Berlin-Stettin über der Berlin-Stettiner Eisenbahn; von Haesler. Das eigentliche Tragwerk bilden 38 durchlaufende genietete Träger im Trogboden. Trogboden und Leinpfadmauern sind durch kräftige Scherbügel verbunden. Abdichtung durch Blei. Genaue Beschreibung. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 429.)

Tabellen für Straßenbrücken aus einbetonierten Walzträgern; von Dr.-Ing. O. Kommerell. Vorbemerkungen. Allgemeine Anordnung. Grundlagen für die Festigkeitsberechnungen. Gang der Berechnungen. Bauliche Einzelheiten. Anleitung zur Benutzung der Tafeln. Bemerkungen für die Ausführung. Anhang, Vergleich mit reinen Eisenkonstruktionen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 445.)

Neue Brücke über die Saale in Jena. An Stelle der alten steinernen Brücke ist eine neue mit 3 Bogen von 30 bis 33 m Lichtweite erbaut. Dreigelenkbogen aus Beton mit Betonwälzgelenken. Materialförderung durch eine Drahtseil-Schwebebahn. Kurze Mitteilung. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 826.)

Gerüsteinsturz des Val-Mela-Viadukts auf der Linie Bevers-Schuls der Rhätischen Bahn. Abdruck eines Gutachtens. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 281.)

Bau der Linie Bevers-Schuls der Rhätischen Bahn. Kurze Beschreibung einiger Viadukte. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 32.)

Erneuerung der Brücke über den Harrach zu Maison-Carrée; von M. Butavand. Die alte eiserne Brücke, die in 2 Oeffnungen von 30 und 27 m den Fluß überspannte, wurde ersetzt durch eine neue Eisenbetonbrücke mit 3 Oeffnungen (Bogen mit angehängter Fahrbahn). Bemerkenswerte Einzelheiten der Bauausführung. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1912, IV, S. 156.)

Eisenbeton-Vorlandbrücke bei Kriesseren. Zwei Halbparabelträger aus Eisenbeton, die gegen die Mitte hin fachwerkartig in einzelne Glieder aufgelöst sind. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 47.)

Bahnlinie Ebnat-Nesslau; von Ing. Acatos. Beschreibung einiger Brücken, namentlich der steinernen Thur-Brücke, des größten Steingewölbes der schweizerischen Bahnen, dessen mittlerer Bogen 63,26 m Weite bei 13,85 m Pfeil hat. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 53 ff.)

Warthebrücke bei Neustadt i. Posen; von Regierungsbaumeister Meyer. Die Brücke, Strom- und Flutbrücke, besteht aus Eisenbetonplattenbalken von 21 m Stützweite mit ausgekragten Fußsteigen. Möglichste Einschränkung der Konstruktionshöhe. Eingehende Beschreibung mit Angabe der Rechnungsunterlagen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 637.)

Eiserne Brücken.

Bogenbrücke über den St. Croix-Fluß; von K. A. Müllenhoff. Die Brücke (Eisenbahnbrücke) besteht aus 5 Dreigelenkbogen von je 106,7 m Stützweite und 37,8 m Pfeilhöhe, ist eingleisig und liegt in einem Gefälle von 1 : 200. Brücke und Aufstellung des eisernen Ueberbaues werden im einzelnen beschrieben. — Mit Abb. (Eisenbau 1912, S. 292.)

Eisenbahnbrücke über den Südarm des Sanayaflusses in Deutsch-Kamerun; von Obering. Brunner. Nach Beschreibung der örtlichen Verhältnisse wird die Wahl des Systems erläutert. Die Hauptträger sind elastische Bogenfachwerkträger von 159,6 m Stützweite und 22,5 m mittlerer Pfeilhöhe. Entfernung zwischen den Tragwandmitten 8,5 m. Beschreibung der Einzelheiten. — Mit Abb. (Eisenbau 1912, S. 300.)

Hängesteg über den Inn bei Brail. Der Steg diente als Arbeitsbrücke beim Bahnbau Bevers-Schuls. Spannweite der Seile beträgt 168 m bei einem Durchhang von 12 m. Vier Tragseile zu je 215 m Länge. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1912, I, S. 253.)

Die Anwendung von Differdinger I-Walzeisen als Füllungsglieder bei Fachwerkbrücken; von Dipl.-Ing. E. Franck. Bei der Eisenbahnfachwerk-Ueberführung im neuen Badischen Bahnhof in Basel mit 32 m Stützweite bestehen Pfosten und Schrägstäbe aus diesen Trägern. Eine Anzahl anderer Bauwerke werden aufgezählt. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1912, S. 670.)

Die Brücken von Constantine: Hängebrücke von Sidi M'Cid; von M. Boisnier. Höhe der Fahrbahn über Flußbett 175 m, Länge zwischen den Pfeilern 160 m, Breite der Fahrbahn 5,8 m. Eingehende Beschreibung mit Berechnungsangaben. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1912, IV, S. 88.)

Verstärkung der Kirchenfeldbrücke in Bern von Prof. A. Bohn. Kurze Mitteilung. — Mit Abb (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 350.)

Knotenpunkte von Vierendeelträgern und verwandte Gebilde; von M. Mecklenbeck und Dipl.-Ing. Ehrlich. — Mit Abb. (Eisenbau 1913, S. 19 ff.)

Beaverbrücke bei Pittsburg; von Dr.-Ing. Trauer. Länge 545 m, und zwar eine 113 m weite Vorlandbrücke und eine 430 m lange Auslegerbrücke; Höhe 27 m über Niedrigwasser. Die 3 Pfeiler sind mit Luftdruck und Eisenbetonkästen bis auf den festen Felsen hinabgeführt; die Widerlager sind in offener Baugrube gegründet. Rechnungsweise und Bau werden eingehend beschrieben. — Mit Abb. (Eisenbau 1912, S. 437.)

Verladebrücke von 10 t Tragkraft; von W. L. Andrée. Im Hafen Schwelgern der Gewerkschaft Deutscher Kaiser. Eingehende Beschreibung, auch der Festigkeitsverhältnisse. — Mit Abb. (Eisenbau 1912, S. 397.)

Verwendung von Nickelstahl im Brückenbau; von Ing. Fritz Habich. Allgemeines; Versuche; Einführung in verschiedenen Ländern; ausgeführte Brücken. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öff. Baudienst 1912, S. 766.)

Neue amerikanische Vorschriften für die Berechnung und den Entwurf eiserner Brücken; von Ernst Melan. Belastungsangaben; Abmessung; Blechträger. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 849.)

Gemeinsame Lagerung aneinanderstoßender eiserner Träger; von Schaper. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 663.)

Straßenbrücke über die Vilaine bei La Roche Bernard im Departement Morbihan. Lichtweite 183 m; Hauptträger statisch bestimmt. Der mittlere Teil ist ein Dreigelenkbogen von 112 m Kämpferweite, die beiden Seitenteile der Hauptträger sind Kragträger, die sich gegen starkes Widerlagermauerwerk stützen. Einzelheiten. — Mit Abb. (Zentralbl. f. Bauverw. 1913, S. 83.)

Bewegliche Brücken.

Neue Brücke über das Goldene Horn in Konstantinopel; von Ing. Stephan Strakosch. Schiffbrücke von 468 m Länge mit einem seitlich drehbaren Mittelteil von 62,6 m Länge und 2 Durchfahrten von 12 m Breite und 5 m Höhe. 12 schwimmende Teilbrücken sind gelenkig miteinander verbunden. Einzelheiten. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch. Ver. 1912, S. 490; Deutsche Bauz. 1912, S. 649.)

Calcutta-Howrah-Schiffbrücke. Die Brücke besteht aus 2 landseitigen Balkenträgern von je 136 m Länge, die in der Mitte auf Pontons ruhen; daran schließen sich zwei ebenfalls auf Pontons stehende Türme an, die die beiden Klappen der 58 m weiten Mittelöffnung tragen. Eingehende Beschreibung. — Mit Abb. (Engineer 1912, II, S. 273.)

Neue Klappbrücke der Strauß Bascule Bridge Co.; von Müllenhoff. — Mit Abb. (Eisenbau 1913, S. 5.)

Fähren.

Seilschwebefähre auf Java. Die Fähre dient dem Zuckerrohrverkehr. Entfernung der Endstationen 364 m; 4500 kg Nutzlast. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 552.)

Schwebebahnen oder feste Seilbahnen (s. oben); von Dipl.-Ing. Hans Wettich. Vergleich verschiedener Arten. Durch einen Vergleich kommt der Verfasser zu

dem Ergebnis, daß die Schwebebahn in allen Punkten, namentlich aber in der Wirtschaftlichkeit, der bodenständigen Seilbahn außerordentlich überlegen ist und daß Standseilbahn und Zahnradbahn der Vergangenheit angehören. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 617.)

Statik und Festigkeitslehre.

Neuere Bauausführungen in Eisenbeton bei der württembergischen Staatseisenbahnverwaltung: Eisenbetonrahmenkonstruktionen, Theorie, Berechnung, Beispiele; von Dr.-Ing. K. W. Schaechterle. (Beton u. Eisen 1912, S. 285.)

Berechnung der Plattenbalken; von Ing. Heidinger. (Beton u. Eisen 1912, S. 296.)

Untersuchung eines Stockwerkrahmens; von Dipl.-Ing. Hans Leitner. Die Untersuchung ist zwar zeitraubend, kommt aber den tatsächlichen Beanspruchungsverhältnissen näher als die bisherigen Verfahren. (Beton u. Eisen 1912, S. 328.)

Beitrag zur Theorie der im Eisenbetonbau gebräuchlichen Form der Rippenkuppel; von Dr.-Ing. K. W. Mautner. (Beton u. Eisen 1912, S. 350.)

Ausbildung verbundsicherer Eisenbetonbalken; von Dipl.-Ing. E. Elwitz. (Beton u. Eisen 1912, S. 358.)

Ableitung von Formeln zur unmittelbaren Querschnittsbemessung doppelt bewehrter Platten; von Dipl.-Ing. H. Maurer. (Beton u. Eisen 1912, S. 363.)

Näherungsweise Berechnung des flachen eingespannten Bogens für Einzellasten; von Ing. Widhalm. (Beton u. Eisen 1912, S. 389.)

Beiträge zur Berechnung von Bogendächern: Biegelinien für den Dreigelenkbogen, Einflußpläne, Einflußlinien für beliebig gerichtete Lasten; von Dr.-Ing. F. Kögler. Die beiden Verfahren für die Berücksichtigung beliebig gerichteter Lasten werden in ihren Hauptzügen festgelegt, miteinander verglichen und dann auf zwei Beispiele angewendet. — Mit Abb. (Eisenbau 1912, S. 283.)

Zeichnerische Bestimmung der Stützenmomente eines durchlaufenden Balkens auf elastisch senkbaren Stützen; von Dipl.-Ing. Prof. L. Grusen. (Eisenbau 1912, S. 324.)

Günstigste Lage des Gelenkpunktes von Gelenkpfetten bei Berücksichtigung der Durchbiegung der Pfette; von Dipl.-Ing. Thomas Schwarz. (Eisenbau 1912, S. 332.)

Nietberechnungen an vollwandigen Blechträgern; von Ing. Dr. S. Schwätzer. Ermittlung der Verminderung des Trägheits- und des Widerstandsmomentes durch eine lotrechte Nietreihe und Berechnung des Stehblechstoßes bei genieteten I-Profilen. Die abgeleiteten Formeln sind einfach und machen Tabellen entbehrlich. — Mit Abb. (Eisenbau 1912, S. 340.)

Knickwiderstand der Druckgurte vollwandiger Balkenträger; von Prof. Joh. E. Brick. Theoretische Ermittelungen. Ergebnisse von Bruchversuchen. Gestaltung des zweckmäßigsten Querschnittes vollwandiger eiserner Balkenträger bei Ausschluß der Knickgefahr. (Eisenbau 1912, S. 351.)

Beitrag zur Berechnung von Vierendeelträgern; von A. Ostenfeld. (Eisenbau 1912, S. 358.)

Spannungsverteilung in zylindrischen Hängeböden bei unvollkommener Einspannung; von Dr.-Ing. Th. Pöschl. Versuch, den Einfluß der unvollständigen Einspannung zu beurteilen. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 550.)

Berechnung durchlaufender Träger mit veränderlichem Trägheitsmoment auf elastisch drehbaren Stützen: der unsymmetrische Träger; von Ing. A. Joho. Die Untersuchung erstreckt sich auf einen Träger, in dem das Trägheitsmoment von einem Auflager zum anderen zu- bzw. abnimmt. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1912, I, S. 321.)

Versuche über den Wert verschiedener Normalbewehrungen in Eisenbetonbalken; von Prof. Dr.-Ing. R. Saliger. Beschreibung der Versuche und Mitteilung der Ergebnisse. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1912, Mitt. über Zement, Beton- und Eisenbetonbau, S. 147.)

Umschnürte Druckkörper aus Eisenbeton mit Hohlräumen; von Dr.-Ing. G. Barkhausen. Die Wirkung schraubenförmiger Bewehrung und ihre Beeinflussung durch Hohlräume im Kern wird untersucht durch Anwendung der entwickelten Formeln auf 3 Pfähle gleichen Durchmessers. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1233.)

Aufgelöste Bauweise der Staumauer im Vergleich zum dreieckförmigen Querschnitt; von Dr.-Ing. Wolf. Untersuchung der Wirtschaftlichkeit mit Bezug auf die Stauhöhe. (Zentralbl. der Bauverw. 1912, S. 400.)

Vereinfachtes Verfahren zur raschen Berechnung von Pfostenfachwerken; von Dr.-Ing. H. Marcus. Für die erste Feststellung der Querschnittsverhältnisse wendet Verfasser ein einfaches Näherungsverfahren an, das sich in vielen Untersuchungen als zuverlässig erwiesen hat. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 440.)

Einheitliches Verfahren zur Bemessung einfach und doppelt bewehrter Platten und Rippen in Eisenbeton; von Ing. L. Herzka. Es wird versucht, Abmessungsformeln mit unbeschränkter Gültigkeitsgrenze hinsichtlich der gestatteten oder gewünschten Inanspruchnahme von Beton und Eisen aufzustellen und die gewonnenen Ergebnisse zum Zwecke der leichteren Anwendung in Tabellen zu geben. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 530.)

Wasserdruck auf kreisförmige zylindrische Wände der Staumauern und Wehre; von Plenkner. Vergleich der Wasserdruckgrößen nach der Normalmethode und nach der genaueren Methode an einem Kreiszylinder mit dem Wasserspiegel in der Zylinderachse. Die Rechnungen sind für verschiedene Wasserspiegelhöhen vorgenommen. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 600.)

Abnormale Konsolformen bei Brückengehwegen; von J. Lipold. Die Gestaltung der Konsolen infolge Unterbringung von Wasser- und Gasrohrleitungen sowie von Kabelüberführungen wird statisch untersucht. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 657.)

Berechnung von Staumauern mit besonderer Berücksichtigung der Berechnung der Bystricka-Sperre; von Ing. Waniek. Uebersicht, in welcher Weise die bei Talsperren auftretenden Spannungen nach dem heutigen Stande der Wissenschaft ermittelt werden und welche Erwägungen theoretischer und praktischer Natur dabei maßgebend sind. Eine Anzahl charakteristischer Talsperrenquerschnitte werden besprochen. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 682.)

Beitrag zur Theorie der Rippenkuppel; von Dr.-Ing. H. Marcus. Kuppeln mit ebener Einspannung und mit räumlicher Einspannung. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1912, S. 294.)

Beitrag zur Berechnung durchlaufender Bogenträger; von Dr.-Ing. Karl Federhofer. Es

werden die Bogenträger behandelt, deren einzelne Knoten mit auf wagerechter Bahn verschieblichen Gelenken versehen sind. Die äußersten Enden sind auf unverschieblichen Gelenken gelagert. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 277.)

Knickfestigkeit und einseitig gedrückte Stäbe; von Prof. Dr.-Ing. Müller-Breslau. Die Theorie auf Druck beanspruchter Rahmenstäbe wird nachgeprüft auf Grund von Versuchen im Materialprüfungsamt. (Eisenbau 1913, S. 35.)

Knickversuche mit einer Strebe des eingestürzten Hamburger Gasbehälters; von Dipl.-Ing. Rudeloff. Die Versuche sind ausgeführt im Materialprüfungsamt in Berlin. (Eisenbau 1913, S. 41.)

Knickfestigkeit; von Prof. A. Vierendeel. Allgemeine Theorie; Stäbe aus Flußstahl oder Flußeisen; Säulen aus Gußeisen; Einsturz des Gasbehälters in Hamburg. — Mit Abb. (Eisenbau 1913, S. 12.)

Berechnung der Kippzapfen von Brückengelenken; von S. Bobrowsky. (Eisenbau 1912, S. 447.)

Säulenfußplatten und Anker; von Dipl.-Ing. Janser. Berechnungen. (Eisenbau 1912, S. 456.)

Ersatzlasten zur Berechnung der Längsträger von Straßenbrücken. Tabellen für Straßenbrücken erster, zweiter und dritter Klasse. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 901.)

Weitere Versuche von Bach und Graf mit Eisenbetonbalken; von Dr. M. Ritter von Thullie. Kurze Mitteilung. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 928.)

Muß bei der Berechnung der Standsicherheit von Pfeilern der Auftrieb des Wassers berücksichtigt werden?; von Schaper. Unter allen Umständen rechnet man bei der Bestimmung der Bodenpressung unter Brückenpfeilern ungünstiger, wenn man den Auftrieb vernachlässigt; andernfalls muß man ihn in der tatsächlichen Größe einführen. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 522.)

Wirkung des Auftriebes unter Pfeilern (s. oben); von Dr. H. Zimmermann. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 617.)

Knickkraft exzentrisch gedrückter, auch durch Querkräfte belasteter Stäbe; von E. Elwitz. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 690.)

Begrenzung der Zugspannungen des Betons in Eisenbahnbrücken aus Eisenbeton; von John Labes. Vorläufige Bestimmungen für das Entwerfen und die Ausführung von Ingenieurbauten in Eisenbeton werden erläutert an der Hand von ausgeführten Eisenbetonbrücken. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 50 ff.)

Versuche zur Klarstellung des Einflusses der Spannungen, welche durch das Nieten im Material hervorgerufen werden und die der Entstehung von Nietlochrissen Vorschub leisten können; von C. Bach und R. Baumann. Mitteilung aus der Materialprüfungsanstalt der Kgl. Technischen Hochschule Stuttgart. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1890.)

Berechnung gewölbter Platten; von Ing. Huldreich Keller. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1988.)

Festigkeitsversuche an eisernen Fachwerkmasten; von Direktor Dr.-Ing. L. Schaller. Erforderlich für die Standsicherheit ist zunächst guter Fundamentbeton. Die verschiedenen Knickformeln werden untersucht. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1901.)

K. Materialienlehre,

bearbeitet von B. Stock, Ingenieur und ständigem Mitarbeiter des Kgl. Materialprüfungsamts in Gr. Lichterfelde W.

Künstliche Steine.

Brandversuche mit Beton. Im Laboratorium für Wärmemessungen der Technologischen Anstalt von Massachusetts sind Betonproben auf ihr Verhalten gegen hohe Wärmegrade untersucht worden, wobei die Ausdehnung des Betons und der Einfluß auf die Festigkeit ermittelt wurden. Die Versuche scheinen die bekannte Tatsache zu bestätigen, daß Beton beim Erwärmen sich zunächst in demselben Maße wie das Eisen ausdehnt. Bei zunehmender Wärme geht aber die Ausdehnung an der Oberfläche langsamer vor sich, wodurch die inneren Spannungen zwischen dieser und dem weniger erhitzten Kern verringert werden. (Tonind.-Z. 1912, S. 1634.)

Auswertung der Ergebnisse der Säulenversuche mit Beton- und Eisenbetonsäulen; von Spitzer. Es werden den Betrachtungen die Ergebnisse der Säulenversuche von Emperger, Tetmajer und Rudeloff zugrunde gelegt. (Beton u. Eisen 1912, S. 426, 449.)

Volumenänderungen des Betons und dabei auftretende Anstrengungen im Beton und Eisenbeton; von Graf. Ergebnisse von Versuchen bei Wasser- und Luftlagerung. Volumenänderungen der Körper bei Verwendung verschiedener Zemente und bei Mörteln und Beton verschiedener Zusammensetzung. Einfluß der Eiseneinlagen. Spannungen im unbewehrten Beton beim Austrocknen oder Durchfeuchten. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 2069.)

Weitere Versuche des deutschen Ausschusses für Eisenbeton; von Foerster. Besprochen werden die in den Heften 16 bis 20 der Veröffentlichungen des deutschen Ausschusses für Eisenbeton erschienenen Arbeiten, betreffend: 1. Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Beton und Eisenbeton gegen Verdrehung, von v. Bach und Graf; 2. Versuche mit Stampfbeton, von Rudeloff und Georg; 3. Versuche zur Klarstellung der Beziehung zwischen Formänderung und Biegungsmoment bei Eisenbetonbalken, von Mörsch; 4. Versuche mit Eisenbetonbalken zur Ermittelung der Widerstandsfähigkeit verschiedener Bewehrung gegen Schubkräfte, von v. Bach und Graf. Die besprochenen Arbeiten enthalten eine Fülle für die Theorie und Praxis des Eisenbetonbaues gleich wertvollen Studienmaterials, dessen genauere Durchsicht allen Fachgenossen empfohlen wird. (Armierter Beton 1912, S. 365.)

Versuche über die Verteilung einer Linienbelastung in einer Rippenplatte; von Saliger. Die Versuche an zwei vollständig baugemäß hergestellten Versuchsdecken von $5{,}7 \times 4{,}25^{m}$ im Lichten und 35^{cm} Höhe aus 7 Rippen mit 60^{cm} Lichtbestand haben ergeben, daß auf die unmittelbar belastete Rippe durchschnittlich 60 % der Bruchlast, auf die Nachbarrippen weniger als 30 %, der restliche Teil der Gesamtlast auf weiter entfernt liegende Rippen entfielen. Zeichnerische Darstellung der Versuchsergebnisse. (Armierter Beton 1912, S. 361.)

Metalle.

Einfluß des Gießens auf die Qualität von Flußeisenbrammen; von Canaris. Infolge falscher Behandlung beim Gießen können die Brammen Schrumpfungshohlräume, Saughohlräume, starke Seigerungen, große Blasenhohlräume, Randblasen und Schalen zeigen. Die Entstehungsursachen dieser Qualitätsmängel werden dargelegt und Mittel und Wege gezeigt, um sie zu hintertreiben. Literaturnachweis. (Oesterr. Z. f. Berg- u. Hüttenw. 1912, S. 649, 665, 679.)

Prüfung und Bewertung des Formsandes; von Buderus. Allgemeine Erörterungen über die Anforderungen an einen guten Formsand in bezug auf Bildsamkeit, Härte, Zähigkeit, Luftdurchlässigkeit und Feuerbeständigkeit. Vorrichtung zum Prüfen des Sandes. — Mit Abb. (Gießerei-Z. 1912, S. 629, 658.)

Härten von Kohlenstoffstahl und niedrigprozentigen Wolframstählen; von Brayshaw. Die Untersuchung behandelt die Wärmevorgänge bei einem Kohlenstoffstahl und einem Stahl gleicher Zusammensetzung mit 0,5 % Wolframgehalt. Darstellung der Erwärmungs- und Abkühlungskurven. Einfluß des Erhitzens und Abkühlens auf die Haltepunkte. Ergebnisse von Biege- und Zugversuchen mit Proben verschiedener Wärmebehandlung. Bestimmung der Brinellhärte. Schlußfolgerungen. (Eng. Magazine 1912, S. 40, 222, 348.)

Autogenes Schweißen von Kupfer und Aluminium; von Carnevali. Die Untersuchung erstreckt sich auf die Schweißbarkeit von Kupfer und seinen Verbindungen, sowie von Aluminium in der Azetylen-Sauerstoffflamme bei verschiedener Wärme- und mechanischer Behandlung. Die Erprobung der geschweißten Stücke erfolgt durch Zerreißversuche und Schlagproben auf dem Charpyschen Pendelhammer, sowie durch Gefügeuntersuchungen. Die Ergebnisse lassen erkennen, daß das Schweißen sich ermöglichen läßt, die Anwendung des Verfahrens insbesondere bei Kupfer aber nur für kleine, weniger beanspruchte Teile in Frage kommt. — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 691.)

Untersuchung von drei Druckstäben auf Knickfestigkeit; von Rudeloff. Vierter Versuchsbericht des Vereins deutscher Brücken- und Eisenbaufabriken. Die Druckstäbe sind der Strebe des eingestürzten Hamburger Gasbehälters nachgebildet. Beim Versuch sind 1. das seitliche Ausbiegen des Stabes in Richtung der beiden Trägheitsachsen, 2. die Längenabnahme in der Mitte des Stabes, 3. das mit der Belastung oder dem seitlichen Ausbiegen des Stabes fortschreitende Steigen der oberen Druckplatte und 4. die erreichten Höchstbelastungen festgestellt. Wiedergabe der Ergebnisse in Zahlentafeln und Schaulinien. Der Vergleich der beobachteten Knickfestigkeit mit der berechneten ergibt, daß nach der Formel von Euler und Tetmajer 28 und 13 % zu hohe Werte, nach der Formel von Krohn nur 18 % zu geringe Werte gefunden werden. — Mit Abb. (Verhandl. d. Ver. z. Beförd. d. Gewerbfl. 1912, S. 507.)

Mikroskopische Untersuchung einiger hochlegierter Sonderstähle; von Fettweiß. Untersuchung einiger sogenannter Karbidstähle mittels Kupferammonchlorids und schwefliger Säure. Gefüge dieser Stähle bei verschiedener Wärmebehandlung. Gefügebilder. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1912, S. 1866.)

Einfluß des Arsens auf die Eigenschaften des Flußeisens; von Liedgens. Als Ausgangsmaterial diente ein im basischen Siemens-Martin-Ofen erschmolzenes weiches Flußeisen mit 3605 ^{at} Festigkeit und 27,6 % Dehnung; der Arsenzusatz betrug 0,123 bis 3,515 %. Ergebnisse in Zahlentafeln und Schaulinien über die Prüfung der mechanischen Eigenschaften. Gefügeuntersuchungen. Magnetische Untersuchungen, umfassend die Bestimmung des Gesamtwattverlustes der Bleche, des spezifischen elektrischen Widerstandes, der Permeabilität, Hysterisisarbeit, Remanenz und Koerzitivkraft. Nach den Ergebnissen scheint das Arsen weder einen besonders ungünstigen, aber auch keinen besonderen günstigen Einfluß auf das Flußeisen zu haben. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1912, S. 2109.)

Eisen und Stickstoff; von Andrew. Versuchsofen zum Schmelzen von Eisen in Stickstoff und Wasserstoff unter hohem Druck. Einfluß von Stickstoff und Wasserstoff auf die Erhitzungs- und Abkühlungskurven, das Kleingefüge und die mechanischen Eigenschaften. Schlußfolgerungen. — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 860.)

Witton-Kramer-Dauerprüfmaschine. Die von Prof. Kapp erbaute Maschine wird mittels eines Elektromagneten betätigt und ist für Zug-, Druck- und Biegeversuche bis zu 360 000 Beanspruchungen in der Stunde eingerichtet. — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 805.)

Universal-Prüfmaschine; von Kurrein. Beschreibung einer von der Düsseldorfer Maschinenbau-A.-G. vorm. J. Losenhausen gebauten Prüfmaschine, benannt „Immer fertig", die zur Ausführung von Zug-, Druck-, Biege-, Scher- und Drehversuchen eingerichtet ist und das Wechseln von einer Prüfart zur andern schnell gestattet. Die Kraftmessung geschieht mittels doppeltwirkender Meßdose. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1943.)

Versuche zur Klarstellung des Einflusses der Spannungen, welche durch das Nieten im Material hervorgerufen werden und die der Entstehung von Nietlochrissen Vorschub leisten können (s. oben); von Bach und Baumann. Die Versuche erstreckten sich auf die Ermittelung des Einflusses der Höhe des Schließdruckes, der Länge der Zeit, während welcher der Schließdruck aufrecht erhalten wird, und der Länge des Nietschaftes. Zahlenwerte. Schlußfolgerungen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1890.)

Versuche über Spannungsverteilung in gelochten Zugstäben; von Preuß. Für auf Zug beanspruchte gelochte Flachstäbe von gleicher Breite und mit verschieden großen Löchern ergibt sich, daß 1. die Höchstspannung am Lochrande durch die Größe des Lochdurchmessers nicht wesentlich beeinflußt wird; 2. die Höchstspannung am Lochrande 2,1 bis 2,3 mal größer ist als der Wert, den man bei gleichmäßiger Verteilung der Spannung über den Querschnitt erhält; 3. die Mindestspannung an den Außenrändern der Stäbe mit wachsendem Lochdurchmesser abnimmt. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1780.)

Versuche mit Nietverbindungen aus Nickelstahl. In der Universität von Illinois sind Versuche mit Nietverbindungen aus Nickel und Chromnickelstahl angestellt und die Ergebnisse mit früheren Versuchen von Nietverbindungen aus Kohlenstoffstahl verglichen. Zur Untersuchung gelangten 18 verschiedene Nietbilder mit 1 bis 18 Nieten; die Bleche waren teils überlappt, teils stumpf gestoßen und teils mit und ohne Füllbleche oder Verstärkungsbleche angeordnet. Die Nietverbindungen aus Flußeisen wurden nur auf Zug, die aus den Spezialstählen teils nur auf Zug, teils unter Wechselwirkung auf Zug und Druck geprüft. Die Unterschiede in den 3 Materialsorten traten deutlich in dem Gleitwiderstande und besonders in der Streckgrenze hervor. Die besten Ergebnisse ergab der Nickelstahl, die schlechtesten das Flußeisen. (Engineering 1912, II, S. 763.)

Festigkeitsversuche an eisernen Fachwerksmasten (s. oben); von Schaller. Die von der Brückenbauanstalt Alb. Buß A.-G. in Wyhlen (Baden) ausgeführten Versuche zur Ermittelung der tatsächlichen Standfestigkeit eiserner Gittermaste für Hochspannungsleitungen haben ergeben, daß für eine genügende Standfestigkeit in erster Linie ein guter Fundamentbeton die Vorbedingung ist. Die Richtigkeit der Tetmajerschen Knickformel wird bestätigt. Die Eulersche Formel erweist sich im Gebiete der Tetmajerschen Formel auch für Gittermaste als nicht zutreffend. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1901.)

Magnetische Prüfung von Eisenblech; von Epstein. Vergleich von Messungsergebnissen auf dem vom Verfasser angegebenen Eisenprüfapparat mit denen nach dem Verfahren von Gumlich und Rogowski. Verfasser kommt zu dem Ergebnis, daß die Gumlich-Rogowskische Einrichtung umständlicher als die seinige ist und keine besseren Ergebnisse liefert. (Elektrot. Z. 1912, S. 1180.)

Verbindungsmaterialien.

Zemente aus Hochofenschlacke; von Kühl. Es werden die verschiedenen Wege, auf denen mit Erfolg Zemente aus Hochofenschlacke erzeugt werden können, besprochen. Einteilung in Schlackenzemente (Puzzolanzemente), Portlandzemente einschließlich der Eisenportlandzemente und Hochofenzemente (Schlackenportlandzemente). Güteeigenschaften. (Tonind.-Z. 1912, S. 1987.)

Einfluß der Belastungsgeschwindigkeit bei Druckversuchen mit Zementwürfeln auf das Prüfungsergebnis; von Burchartz. Die Untersuchungen lassen erkennen, daß bei Versuchen auf der Presse von Amsler-Laffon die Geschwindigkeit, mit der der Druckversuch durchgeführt wird, das Ergebnis des Versuches mehr oder weniger stark beeinflußt. Um diesen Einfluß bei Ausführung von Druckversuchen an verschiedenen Prüfstellen nach Möglichkeit auszuschalten, scheint es geboten, in den Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement und Eisenportlandzement eine Bestimmung hierüber aufzunehmen. (Mitt. aus d. Kgl. Materialprüfungsamt 1912, Heft 4, S. 181.)

Prüfung und Verwendung des Zementes nach Gewichts- und Raumteilen; von Preuß. Die Untersuchungen zeigen, daß leichte Zemente bei der normenmäßigen Prüfung eine sehr gute Druckfestigkeit ergeben, dabei aber bei der später angewendeten Mischung nach Raumteilen eine mangelhafte Festigkeit haben können. Bei Beurteilung von Zementen nach den Ergebnissen der normenmäßigen Druckfestigkeitsprüfung muß daher auch ihr Raumgewicht berücksichtigt werden. Die allgemein verbreitete Angabe, daß 1 ^{cbm} Zement 1400 ^{kg} wiegt, erscheint unrichtig, es sollte mit 1200 ^{kg} in Rechnung gesetzt werden. (Armierter Beton 1912, S. 451.)

Spannungsverteilung im kleinsten Querschnitte eines Zementkörpers; von Coker. An Glasproben, die der Gestalt eines Zementzugkörpers nachgebildet sind, werden die Spannungslinien sichtbar gemacht und an den beigegebenen Abb. erläutert. — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 824.)

Hilfsmaterialien.

Prüfung der Luftdurchlässigkeit von Geweben; von Herzog. Allgemeine Erörterungen über den Wert der Luftdurchlässigkeit von Stoffen. Beschreibung einer zur Feststellung der Luftdurchlässigkeit geeigneten Vorrichtung. Einzelheiten über die Versuchsausführung und die Versuchsbedingungen. Prüfungsergebnisse und Rückschlüsse. Prüfungsverfahren für die Untersuchung von Wollgeweben in durchnäßtem Zustande. — Mit Abb. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1912, Heft 5/6, S. 309.)

Beiträge zur Prüfung von Ballonstoffen; von Memmler & Schob. Abhandlung über Zerplatzversuche mit Ballonstoffen. Beschreibung einer im Kgl. Materialprüfungsamt benutzten Zerplatzvorrichtung der Bauart Mertens. Zerplatzversuche mit Proben von verschiedenen Durchmessern. Abhängigkeit der mittels der Moedebeckschen Formel aus dem Zerplatzversuch errechneten Stofffestigkeit vom Probenhalbmesser. Abhängigkeit des Zerplatzdruckes und der Wölbhöhe vom Probenhalbmesser. Einfluß der Lagerung im Freien auf Festigkeits- und Dehnungswerte. Beziehungen zwischen der Zerplatzfestigkeit und den Ergebnissen des Zerreißversuches. Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes der Probe auf das Ergebnis des Zerplatzversuches. — Mit Abb. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamte 1912, Heft 4, S. 202.)

Zugversuche mit Riemen und Riemenverbindungen; von Miller. Ergebnisse von Zerreißversuchen mit verschiedenen Riemen und zahlreichen Riemenverbindungen. Die Festigkeit der Riemenverbindungen betrug etwa 15 bis 65 % von der Festigkeit des vollen Stoffes. (American Mech. 1912, S. 609.)

Transportable hydraulische Presse im Materialprüfungswesen; von Gebauer. An Hand von Abbildungen wird eine hydraulische Presse beschrieben, die zu Festigkeitsprüfungen von Baustoffen und Bauteilen dient. Anwendungsweise an einigen Beispielen erläutert. — Mit Abb. (Tonind.-Z. 1912, S. 1585.)

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten; eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Handbuch der Architektur unter Mitwirkung von Fachgenossen herausgegeben von Dr.-Ing. Dr. Ed. Schmitt in Darmstadt. IV. Teil. Entwerfen, Anlage und Einrichtung der Gebäude. 3. Halbbd. Gebäude für die Zwecke der Landwirtschaft und der Lebensmittelversorgung. 1. Heft. Landwirtschaftliche Gebäude und verwandte Anlagen von Prof. A. Schubert und Dr. Ed. Schmitt, 3. Aufl. 324 S. in 8° mit 525 Abb. und 5 Taf. Leipzig 1913. Gebhardt. Preis 18 M.

Das Ackerbürgerhaus der Städte Westfalens und des Wesertales von Dr.-Ing. Hugo Ebinghaus. 128 S. in 4° mit 129 Abb. Dresden 1912. Kühtmann. Preis 9 M.

Die bildenden Künste. Eine Einführung in das Verständnis ihrer Werke. 3. Auflage der Einführung in das Studium der neueren Kunstgeschichte von Alwin Schultz. Neubearbeitet von R. Bernoulli. 252 S. in 8° mit 160 Abb. Leipzig 1912. Freytag. Wien 1912. Tempsky. Preis 6 M.

Die bildenden Künste, ihre Eigenart und ihr Zusammenhang. Vorlesung gehalten bei der Uebernahme der ordentlichen Professur für darstellende Geometrie und höhere Mathematik (Abteilung für Architekten und Zeichenlehramtskandidaten) an der Technischen Hochschule zu München von Prof. Dr. Karl Doehlemann. 18 S. in 8°. Leipzig und Berlin 1913. Teubner. Preis 0,80 M.

Militärische Bauten von Regierungsbaumeister R. Lang in Stuttgart. I. Teil. 96 S. in 8° mit 59 Abb. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 626.)

Das Veranschlagen von Hochbauten. Leitfaden für den Gebrauch an technischen Fachschulen und für die Baupraxis von G. Blume, Oberlehrer an der Baugewerkschule zu Magdeburg. 3. Aufl. 104 S. in 8° mit 17 Abb. und 3 Taf. Leipzig und Berlin 1912. Teubner. Preis 1,80 M.

Baukonstruktionslehre. Leitfaden für den Unterricht an Baugewerkschulen und verwandten technischen Lehranstalten von Otto Frick und Karl Kröll, Oberlehrer an der Baugewerkschule zu Königsberg. I. Teil. 3. Aufl. 140 S. in 8° mit 244 Fig. Leipzig und Berlin 1913. Teubner. Preis 2,60 M.

Leitfaden der Baustofflehre. Für Baugewerkschulen und verwandte bautechnische Fachschulen von Regierungs-

und Gewerbeschulrat Jessen und Prof. M. Girndt in Magdeburg. 4. Aufl. 126 S. in 8⁰ mit 107 Fig. Leipzig und Berlin 1912. Teubner. Preis 2,40 M.

Die antike Kunstsprache. Technisches lateinisch-deutsches Wörterbuch von Felix Witting. 68 S. in kl. 8⁰. Straßburg 1913. Ed. Heitz. Preis 2,50 M.

Raumlehre für Baugewerkschulen und verwandte bautechnische Lehranstalten von Prof. M. Girndt. II. Teil. Dreiecksberechnung und Körperlehre. 4. Aufl. 68 S. in 8⁰ mit 97 Fig. und zahlreichen Aufgaben aus der Baupraxis. Leipzig und Berlin 1912. Teubner. Preis 1,40 M.

Das Feldmessen des Tiefbautechnikers. Methodisches Taschenbuch für den Gebrauch an technischen und verwandten Fachschulen und in der Praxis von Prof. Dipl.-Ing. Hans Friederichs, Oberlehrer an der Baugewerkschule zu Erfurt. I. Teil. Reine Flächenaufnahme. 2. Aufl. 120 S. in 8⁰ mit 177 Abb. und 1 mehrfarbiger Plan. Leipzig und Berlin 1913. Teubner. Preis 3,20 M.

Geodäsie von Dr. C. Reinhertz, weiland Prof. der Geodäsie in Hannover. 2. Aufl. Neu bearbeitet von Dr. G. Förster, Observator im Geodät.-Institut bei Potsdam. 167 S. in 8⁰ mit 68 Abb. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 102.)

Grundbau. (Hochbau.) Leitfaden für den Unterricht an technischen Schulen und für die Baupraxis von Ing. Prof. M. Benzel, Oberlehrer an der Baugewerkschule zu Münster i. W. 3 Aufl. 89 S. in 8⁰ mit 150 Abb. Leipzig und Berlin 1913. Teubner. Preis 1,60 M.

Erdbau von Regierungsbaumeister Erwin Link, Sektionsingenieur beim Bau der Bagdadbahn. 135 S. in 8⁰ mit 72 Abb. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 630.)

Oldenbourgs Technische Handbibliothek. Bd. VII. Ueber Wasserkraft- und Wasserversorgungs-Anlagen. Praktische Anleitung zu ihrer Projektierung, Berechnung und Ausführung von Ing. Ferdinand Schlotthauer. 2. Aufl. 235 S. in 8⁰ mit 20 Abb. München und Berlin 1913. Oldenbourg. Preis 7 M.

Grundwasserabsenkung bei Fundierungsarbeiten von Dr.-Ing. Wilhelm Kyrieleis. 191 S. in 8⁰ mit 81 Fig. und 3 Taf. Berlin 1913. Springer. Preis 6 M.

Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Besondere Mitteilungen. Bd. 2, Nr. 4. Statistik der märkischen stehenden Gewässer von Dr. Max Samter. Vier märkische Seen und die Beziehung zwischen Wassertemperatur und Tiergeographie in ihnen. 86 S. in 4⁰ mit 8 Karten. Berlin 1912. Mittler & Sohn. Preis 6 M.

Statik. Leitfaden für den Unterricht an Baugewerkschulen und verwandten technischen Lehranstalten von Regierungsbaumeister A. Schau, Baugewerkschuldirektor in Essen-Ruhr. II. Teil. Festigkeitslehre, Zug- und Druckfestigkeit, Schubfestigkeit, Biegungsfestigkeit und Knickfestigkeit. 163 S. in 8⁰ mit 205 Abb. Leipzig und Berlin 1913. Teubner. Preis 3 M.

Mitteilungen über Versuche ausgeführt vom Eisenbeton-Ausschuß des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. Heft 4. Versuche mit eingespannten Balken. Bericht erstattet von Dr.-Ing. Fritz Edler von Emperger, k. k. Oberbaurat. 259 S. in 8⁰ mit 250 Abb. Leipzig und Wien 1913. Deuticke. Preis 10 M.

Brücken in Eisenbeton. Ein Leitfaden für Schule und Praxis von Obering. C. Kersten. Teil II. Bogenbrücken. 3. Aufl. 286 S. in 8⁰ mit 504 Abb. Berlin 1913. Ernst & Sohn. Preis 7 M.

Eisenbetonbrücken von Dr.-Ing. K. W. Schaechterle in Stuttgart. 159 S. in 8⁰ mit 106 Abb. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 627.)

Hilfswerke für das Entwerfen und die Berechnung von Brücken mit eisernem Ueberbau. Als Ergänzung zu den Vorschriften für das Entwerfen der Brücken mit eisernem Ueberbau auf den Preußischen Staatseisenbahnen vom 1. Mai 1903 (Lastenzug A) und vom 31. Dezember 1910 (Lastenzug B) von F. Dircksen. In 4 Aufl. neu bearbeitet und erweitert von Regierungsbaumeister G. Schaper. 56 S. in kl. 4⁰ mit 39 Abb. und 1 Taf. Berlin 1913. Ernst & Sohn. Preis 6 M.

Kalender für Heizungs-, Lüftungs- und Badetechniker. I. Kurzgefaßtes Nachschlagebuch für Gesundheitstechniker. Herausgegeben von Oberingenieur H. J. Klinger. XVIII. Jahrgang. 382 S. in 8⁰ mit 115 Abb. und 130 Tab. Halle a. d. S. 1913. Marhold.

Elektrotechnik. Einführung in die Starkstromtechnik von J. Herrmann, Prof. der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Stuttgart. III. Teil. Die Wechselstromtechnik. Kurze Beschreibung der Generatoren, Transformatoren, Motoren und Umformer für ein- und mehrphasigen Wechselstrom. 3. Aufl. 153 S. in 8⁰ mit 154 Fig. und 16 Taf. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 198.)

Die Akkumulatoren für Elektrizität vom Kaiserlichen Regierungsrat Dr.-Ing. Rich. Albrecht in Berlin-Zehlendorf. 128 S. in 8⁰ mit 52 Fig. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 620.)

Die Entwickelung des Kriegsschiffbaues vom Altertum bis zur Neuzeit. I. Teil. Das Zeitalter der Dampfschiffe für die Kriegführung zur See von 1840 bis zur Neuzeit von Tjard Schwarz, Geh. Marinebaurat und Schiffbaudirektor. 136 S. in 8⁰ mit 81 Abb. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 472.)

Die Entwickelung der Schiffs- und Küstenartillerie bis zur Gegenwart von Korvettenkapitän Huning. 130 S. in 8⁰ mit 19 Abb. und 12 Tab. Berlin und Leipzig. 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 606.)

Praktisches Maschinenzeichnen von Oberingenieur R. Schiffner in Warmbrunn. I. Teil. Grundbegriffe. Einfache Maschinenteile bis zu den Kupplungen. 155 S. in 8⁰. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 589.)

Die Geschwindigkeitsregler der Kraftmaschinen von Dr.-Ing. H. Kröner, Direktor der Städt. Polyt. Lehranstalt in Friedberg i. H. 154 S. in 8⁰ mit 33 Fig. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 604.)

Die Gaskraftmaschinen. Kurzgefaßte Darstellung der wichtigsten Gasmaschinen-Bauarten von Ing. A. Kirschke. 2. Aufl. 1. Teil. Explosions-Kleingasmotoren, Motoren für flüssige Brennstoffe und Kraftgasanlagen. 122 S. in 8⁰ mit 51 Abb. und 3 Taf. Berlin und Leipzig 1912. Göschen Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 316.)

Luftsalpeter. Seine Gewinnung durch den elektrischen Flammenbogen von Dr. G. Brion. Prof. an der Kgl. Bergakademie in Freiberg i. S. 153 S. in 8⁰ mit 50 Fig. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 616.)

Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. Herausgegeben von Karl von Buchka, Berlin; Hermann Stadler, Burghausen O.-B.; Karl Sudhoff, Leipzig. 4. Bd. Heft 4. 79 S. in 8⁰. Leipzig 1912. Vogel.

Desgl. 4. Bd. Heft 5. 79 S. in 8⁰. Leipzig 1913. Vogel. Preis pro Bd. (6 Hefte) 20 M.

Carl Koppe. Ein Lebensbild dargestellt von Anna Koppe. 170 S. in 8⁰. Braunschweig 1912. Vieweg & Sohn. Preis 3,50 M.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

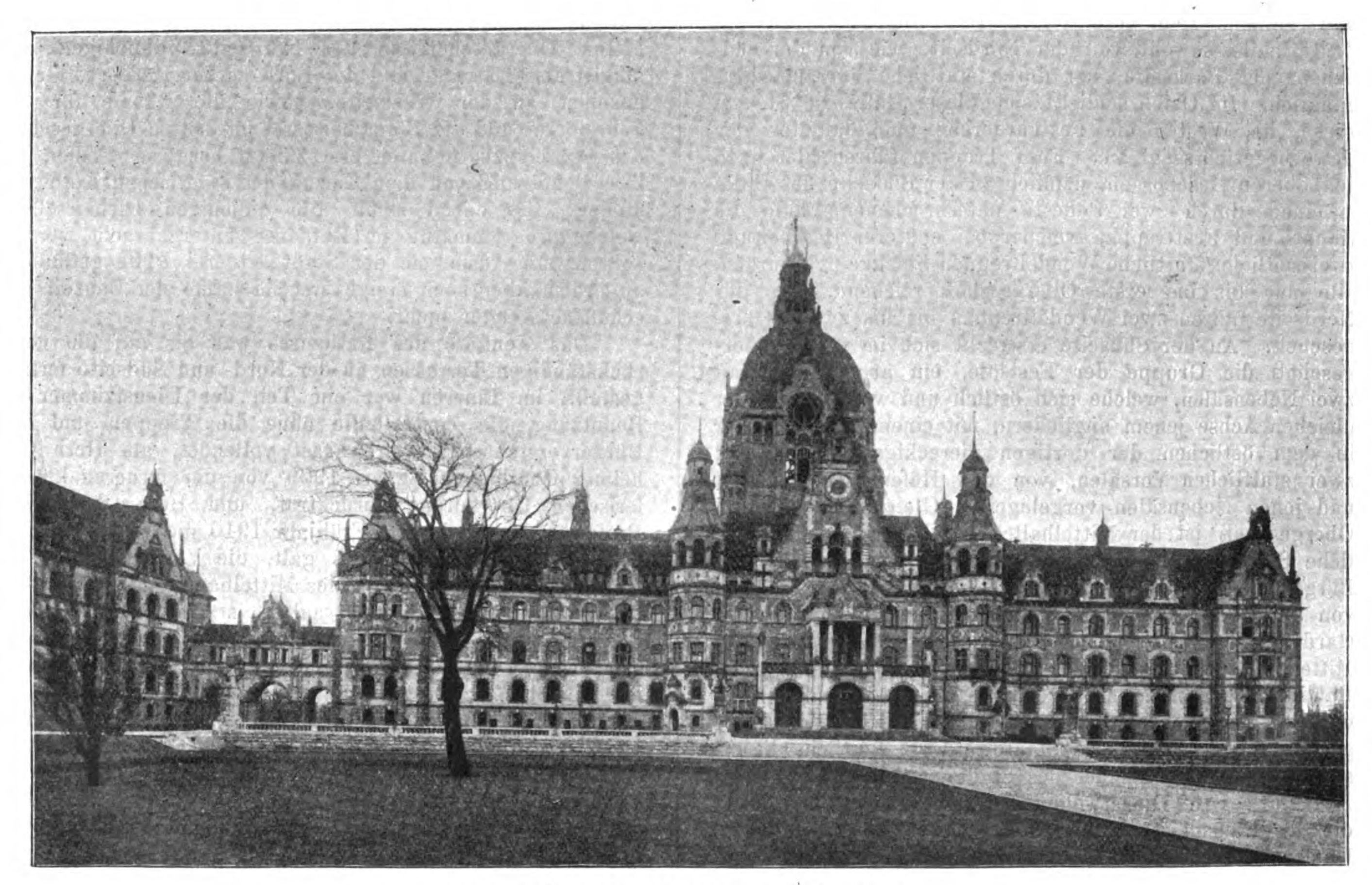
Jahrgang 1913. Heft 4.
(Band LIX; Band XVIII der neuen Folge.)



Erscheint jährlich in 6 Heften.
Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

Zur Einweihnng des neuen Rathauses in Hannover am 20. Juni 1913.



Das Rathaus der Stadt Hannover. Nordseite.

Das neue Rathaus der Stadt Hannover.

Von Dr.-Ing. Rowald.

Das Bauprogramm.

Die Vorgeschichte des hannoverschen Rathausbaues, die allgemeine Anordnung des Werkes sowie die Einzelheiten des Stadtbauamtshauses, welches den östlichen Flügel der Rathausgruppe bildet, sind bereits in Jahrgang 1905, Heft 1 dieser Zeitschrift vorweggenommen. Der gegenwärtige Artikel wird sich daher lediglich mit dem Hauptgebäude des Rathausbaues beschäftigen.

Die Gesamtanordnung dieses Bauwerkes, welches wir im nachfolgenden kurzweg als das Rathaus bezeichnen wollen, war bereits durch den zweiten Eggertschen Konkurrenzentwurf vorgezeichnet und wurde durch die endgültige Bearbeitung, welche am 21. März 1898 von den städtischen Kollegien genehmigt wurde, genauer festgelegt. Hiernach gestaltete sich das Rathaus ebenso wie das Bauamtshaus als ein Bau mit Kellergeschoß, Sockelgeschoß, Erdgeschoß, erstem und zweitem Obergeschoß und einem ferneren Stockwerk, welches durch Ausbau des Dachraumes gewonnen wurde. Im Mittelbau wird diese Horizontalteilung durch höhere Vorhallen und Saalbauten unterbrochen. Der Grundriß ordnet sich um die mittlere überwölbte Zentralhalle, welche im Aeußeren durch den Kuppelaufbau kenntlich gemacht wird, und um den östlichen und den westlichen offenen Innenhof, welche beide in ihrer Hauptachse der Zentralhalle parallel angelegt sind. Letztere sind an je drei Seiten von Korridoren umgeben, an denen sich andererseits die Zimmer des alltäglichen Dienstes aufreihen. Die mittlere Halle ist allseitig in drei Etagen von Gängen umgeben, welche sich mit großen Bogenstellungen nach der Halle zu öffnen und andererseits die Zugänge zu den Repräsentationsräumen und Sitzungssälen vermitteln. Im Erdgeschoß ist die Zentralhalle sowohl von der Nordseite wie von der südlichen, der Parkseite, her durch stattliche Vorräume zugänglich. Im Osten schließt sich dieser Halle die Steuerkasse, im Westen die Festgarderobe und dahinter der Gewerbegerichtssaal an. Fünf Treppen führen hier nach den oberen Geschossen, nämlich an der Südseite der Halle in einem durch zwei Podeste unterbrochenen Laufe die Haupt- und Festtreppe, welcher bei späterer Bearbeitung zwei seitliche stattliche Wendeltreppen hinzugefügt wurden, alle nur bis ins erste Obergeschoß reichend. An der Nordseite führen zwei Wendeltreppen bis ins zweite Obergeschoß. An der Südseite erstreckt sich im ersten Obergeschoß die Gruppe der Festsäle, ein großer Saal mit zwei Nebensälen, welche sich östlich und westlich auf der gleichen Achse jenem angliedern, mit einem Damenzimmer in dem östlichen der dortigen viereckigen Türme und zwei stattlichen Vorsälen, von den Höfen her belichtet und jenen Nebensälen vorgelagert. Gleichfalls im ersten Obergeschoß ist der Mittelhalle östlich der gemeinschaftliche Sitzungssaal der städtischen Kollegien, westlich der Bürgervorstehersitzungssaal angegliedert, beide flankiert von je zwei Kommissionszimmern und mit den nötigen Garderoberäumen versehen. An der Nordseite in der Mittelachse befindet sich das Sitzungszimmer des Magistrats, Ratsstube genannt, mit offener Laube nach außen hin. Oestlich fügt sich diesem Raum, nur durch ein Vorzimmer getrennt, das Zimmer des Stadtdirektors, westlich, diesem symmetrisch, das Zimmer des Stadtsyndikus an.

Nur eine Dienstwohnung ist vorhanden und zwar die des Hausmeisters im Sockelgeschoß an der Nordseite. Dem Wärmebedürfnis dient die Kesselanlage der Dampfniederdruckheizung nebst darüber belegenem Kokslager an der Ostseite, dem Festbetriebe eine umfangreiche Küchenanlage an der Südseite. Auch in den Dienstflügeln sind geräumige Treppen, deren Lage sich aus den hier beigegebenen Grundrissen ergibt, vorgesehen. Personenaufzüge schließen sich dem Mittelbau, Aktenaufzüge den Seitenflügeln an, Toiletten sind ausgiebig vorhanden. Der Raum unter der Zentralhalle, anfänglich zu einer Ratskellerwirtschaft bestimmt, ist zunächst im Rohbau stehen geblieben.

Baugeschichte.

Die Errichtung des Hauptgebäudes wurde 1901 mit dem Schlagen des Pfahlrostes begonnen. Die Feierlichkeit der Grundsteinlegung erfolgte erst am 30. Juni 1903, als bereits die Kellermauern über mannshoch emporgewachsen waren. Der Grundstein mit eingelegter Silbertafel, welche die Gründungsurkunde enthält, ruht unter dem nordwestlichen Tragepfeiler der Zentralhalle. Im Herbst 1905 waren die Seitenflügel, im Sommer 1906 die Giebel des Mittelbaues richtfertig; die Laterne der Kuppel war im August 1908 vollendet. Im Oktober 1907 begann der Einzug der verschiedenen Amtsstellen in die Diensträume der Seitenflügel, und zwar war es die Stadtkämmerei, welche den Ostflügel, das Steueramt, welches den Westflügel des Erdgeschosses besetzte. In den folgenden Jahren rückten das neugeschaffene Stadtschulamt in das erste, das stark erweiterte Baupolizeiamt und das statistische Amt in das zweite, das Revisionsbureau in das dritte Obergeschoß des Ostflügels. Die neugeschaffene städtische Polizeiverwaltung und das Militärbureau nahmen das zweite, das gleichfalls neugeschaffene Einwohneramt das dritte Obergeschoß des Westflügels ein. Die Räume des Gewerbegerichtes im Erdgeschoß des Mittelbaues, die Zimmer der Magistratsmitglieder und ihrer Sekretäre im ersten Obergeschoß an der Nordseite, diejenigen der Magistratsregistratur und des Bureaus der Bürgervorsteher daselbst an der Westseite, sowie die Räume für die Schreiberei und die Botenmeisterei im dritten Obergeschoß des Westflügels konnten erst zuletzt bezogen werden, da ihre Benutzung von dem Umzug der städtischen Kollegien abhing. Es haben somit alle diejenigen Dienststellen, welche programmäßig im Rathause untergebracht werden sollten, mit Ausnahme der Stadtgärtnerei Platz gefunden, außerdem aber noch einige erst im Laufe der Bauzeit geschaffene Aemter mehr.

Das Aeußere des Rathauses war bis auf die noch rückständigen Terrassen an der Nord- und Südseite fertiggestellt, im Inneren war ein Teil der Dienstzimmer in Benutzung, die Zentralhalle ohne die Treppen und der Bürgervorstehersaal waren fast vollendet, als Herr Geheimer Oberbaurat Eggert 1909 von der ferneren künstlerischen Oberleitung zurücktrat, und Herr Oberbaurat Professor Halmhuber im Frühjahr 1910 die Weiterführung des Werkes übernahm. Es galt, die Vorhallen zu vervollständigen, die Treppen des Mittelbaues auszugestalten, die Festräume, den Sitzungssaal der städtischen Kollegien, die Ratsstube nebst den zugehörigen Nebenräumen, die Zimmer des Stadtdirektors und des Stadtsyndikus sowie die allmählich zur Benutzung gelangenden Dienstzimmer auszustatten, endlich die beiden Terrassen zu entwerfen und herzustellen. Die geschäftliche Oberleitung verblieb nach wie vor dem Stadtbauamte, dessen Vorsitzender Bokelberg 1902 durch den Tod abberufen wurde. Ihm folgte Dr. phil. Wolff. Die Hochbauabteilung I A, zu deren Bezirk der Rathausbau gehörte, war dem Dr.-Ing. Rowald unterstellt, welchem während der ganzen Bauzeit der städtische Baumeister Ritter, in den letzten drei Baujahren noch der Regierungsbaumeister Rohn als örtliche

Bauleiter zur Seite standen. Die Einweihung des gesamten Werkes durfte man für den Sommer 1913 in Aussicht nehmen.

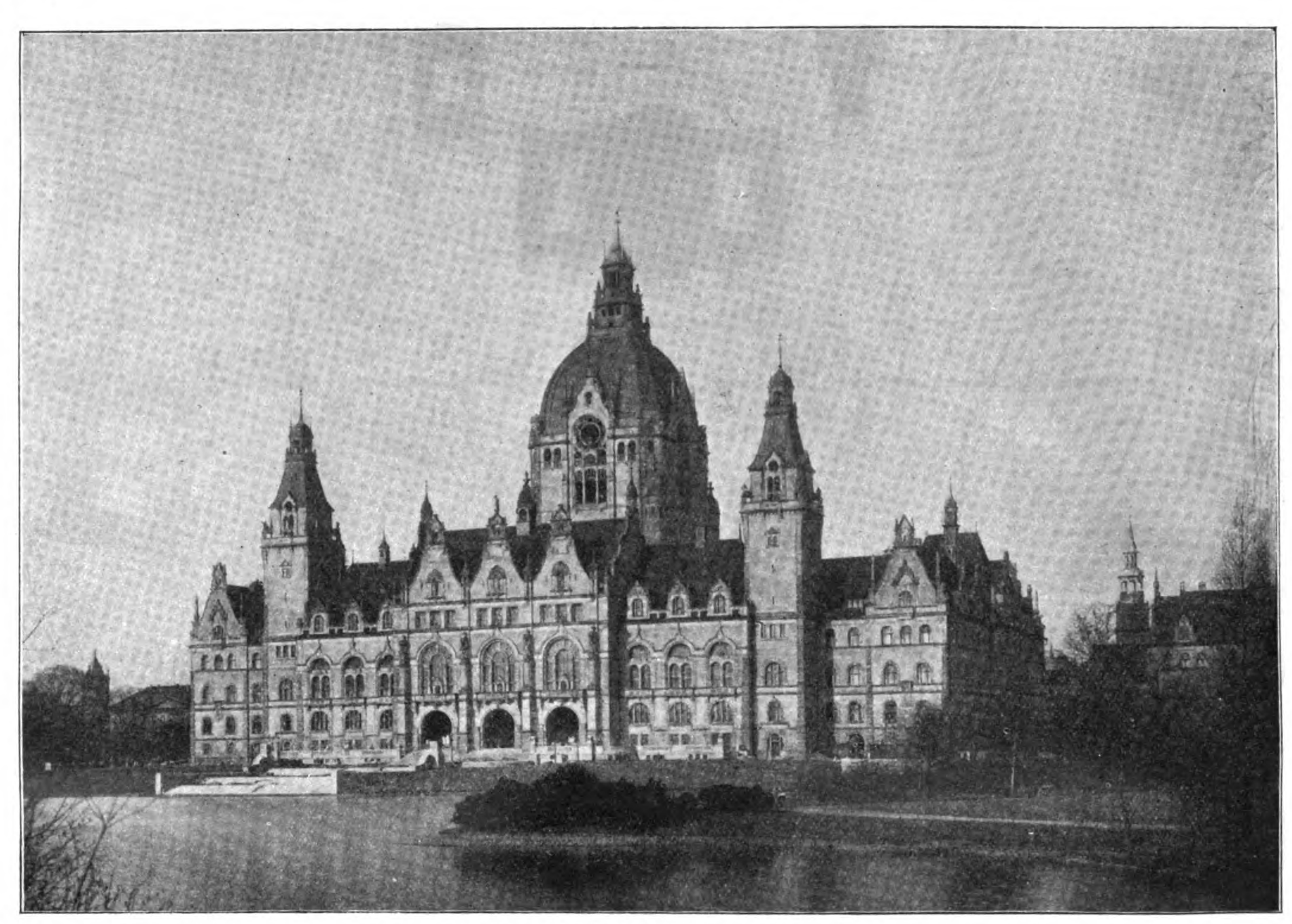
Das Aeußere des Rathauses.

Die Bürgerschaft Hannovers konnte sich demnach schon längere Zeit des stattlichen Aufbaues ihres Rathauses, der bewegten und wohlabgewogenen Silhouette seiner Giebel und Türme, des edlen Umrisses der Kuppel und des Wahrzeichens ihrer weit ins Land leuchtenden goldenen Laterne erfreuen. Aus der Nähe weckt der reiche Schmuck an bedeutungsvollen Skulpturen allgemein anregende und lokalpatriotische Erinnerungen. Die Eingangshalle der Nordseite wird von den auf Säulen erhöhten Figuren der Germania und der Hannovera behütet. An der Front der Laube im ersten Obergeschoß steht, von zwei wilden Männern gehalten, das Stadtwappen. Den Mittelgiebel oberhalb der Laube zieren die kolossalen Bilder des altüberkommenen braunschweigischen Löwen und des Sachsenrosses. Weiter oben wachen neben der Uhr die posaunentragenden Knabengestalten „Abend“ und „Morgen“; den Gipfel über den beiden freihängenden Glocken bildet das Haupt des Zeitgottes. Unter den Fenstern des zweiten Obergeschosses zeigt ein in Gruppen geteilter Fries Szenen aus der hannoverschen Geschichte.

An den Kämpfern der drei offenen Bögen, welche zur südlichen Eingangshalle führen, sind die flacherhabenen Profile von sechs verdienten Bürgern angebracht worden. Vier welfische Fürsten: Herzog Heinrich der Löwe, Kurfürst Ernst August, König Ernst August, König Georg V. stehen unter Baldachinen an den Fensterpfeilern des großen Festsaales. An den drei mittleren Giebeln der Saalfront erscheinen Wein, Weib, Gesang und an höchster Stelle der Allsieger Eros, an den sechs Dachhauben der Nebensäle die Verkörperungen geselliger Freuden. An den steinernen und hölzernen Dachhauben der übrigen Fassaden hängen gemeißelt und geschnitzt die Wappen der Handwerksgilden. Die vier Giebel des Kuppelturmes zeigen als Kolossalköpfe die vier Winde.

Das Innere des Rathauses.

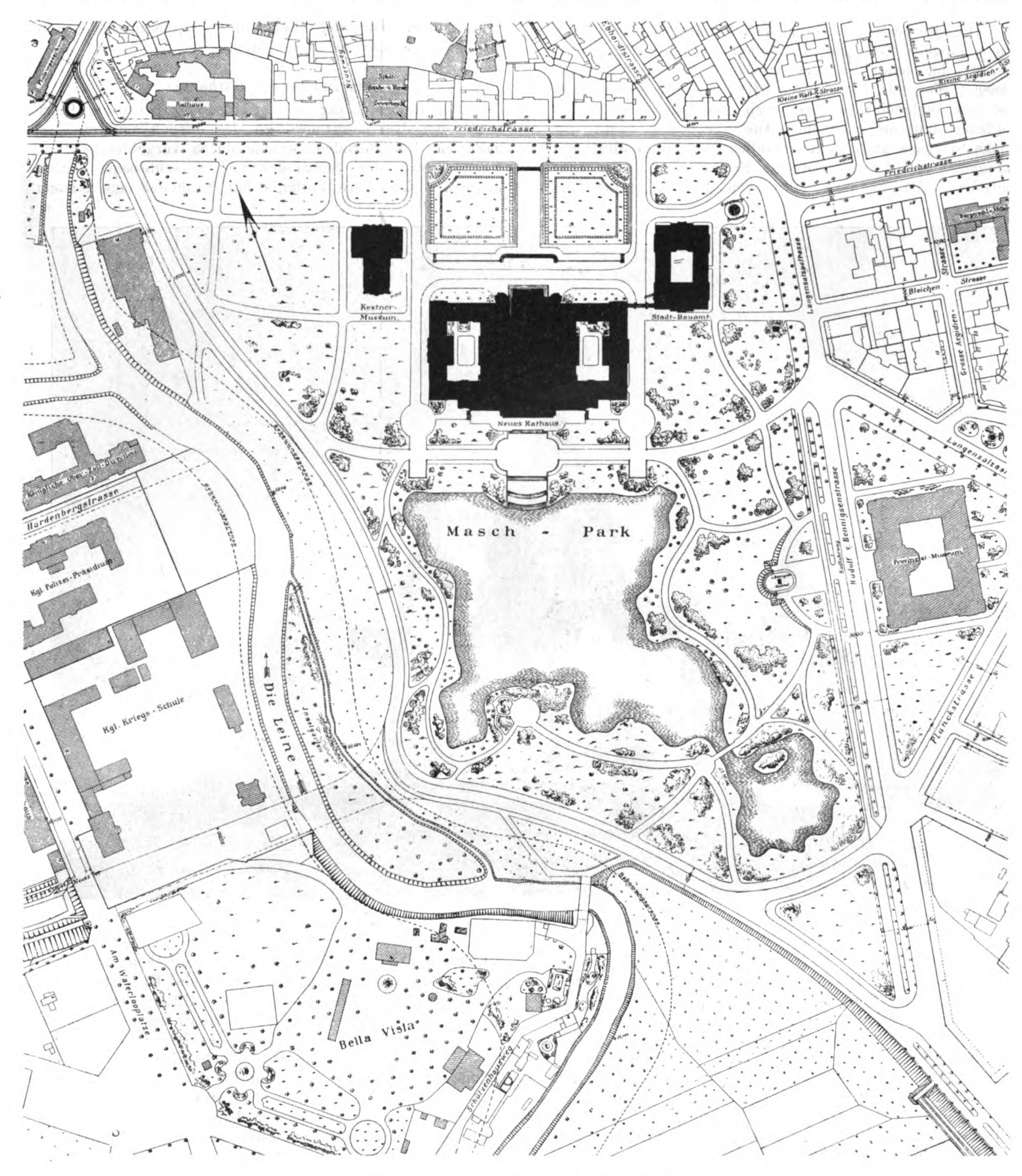
Der Haupteingang in der Mitte der Nordfront führt unter den drei Kreuzgewölben der offenen äußeren Vorhalle zu drei Portalen, welche durch vergoldete Gitter, Meisterwerke der Schmiedekunst, verschlossen werden können. Die innere Vorhalle hat Fußboden aus grauem schlesischen Marmor und dunklem belgischen Kalkstein, blauen Stukkolustro der Wände, helle Kassettendecke, versilberte Beleuchtungskörper und Gitter der Heizöffnungen. Vier Atlanten, aus den Pfeilern der Schmalseiten herauswachsend, sind als Vertreter des Gelehrten-, Krieger-, Kaufmanns- und Arbeiterstandes charakterisiert. Zwei kleinere seitliche Hallen, welche zu dem Dienstraume des Hausmeisters einerseits, zu einer Wachtstube der Ratswachtmeister andererseits führen, haben zum Schmuck je ein farbiges Fenster erhalten, Geschenke der Handelskammer und der Handwerkskammer und in ihren Darstellungen die Tätigkeit dieser Geschäftsstellen versinnbildlichend.



Das Rathaus der Stadt Hannover. Südseite.

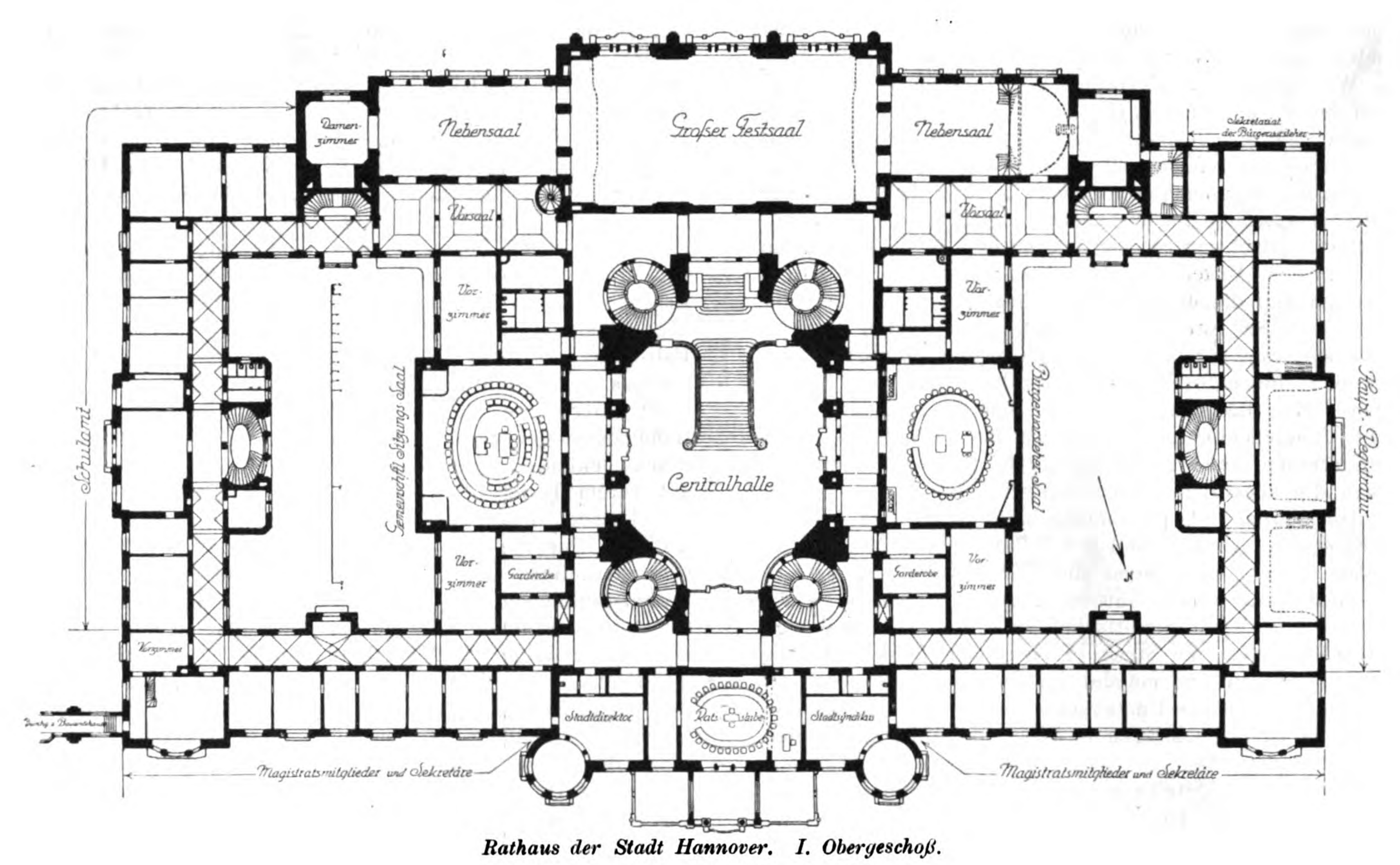
Drei geschnitzte Türen aus Eichenholz leiten in die Zentralhalle. In Länge von 30 m, Breite von 21 m und Höhe von 30,35 m ist dieser Raum in seinen tragenden Teilen aus Morley-, in den füllenden aus Savonnières-Kalkstein hergestellt. Ihn umgeben in drei Geschossen die verkehrsvermittelnden Umgänge, welche sich nach der

Halle zu öffnen. Im mittleren Hauptgeschoß sind die Oeffnungen durch 24 eingestellte Säulen aus rotem belgischen Marmor belebt. Der Fußboden besteht sowohl in der Halle als in den beiden unteren Umgängen aus blauem beiden nördlichen Wendeltreppen mit Deutsch-Blau belegt. Die undurchbrochenen Geländer der Haupttreppe zeigen an ihren Anfängern bacchische Szenen, auf ihren Ausläufern Puttengruppen aus Wallenfelser Marmor. Auf Sockeln,

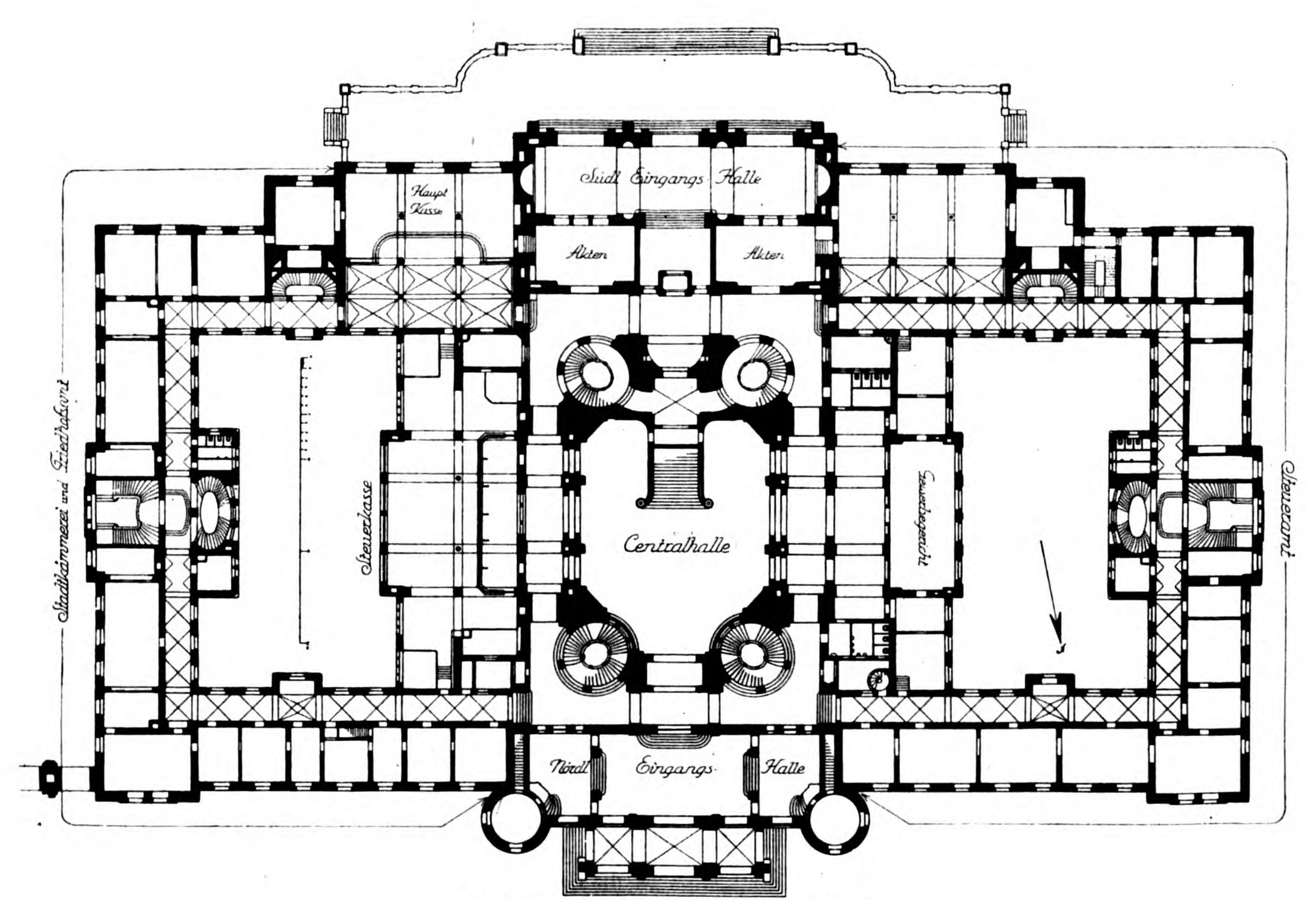


Rathaus der Stadt Hannover. Lageplan.

Kirchheimer Muschelkalk und Rouge-Levanto-Marmor in großen Platten. Die den Festsälen der Südseite zustrebende Haupttreppe und die anschließenden beiden gewundenen Nebentreppen sind mit grauem Wallenfelser Marmor, die die rechts und links in Höhe des zweiten Podestes dem Geländer entwachsen, sind die Bronzestatuen Kaiser Wilhelms I. und Wilhelms II. aufgestellt, Stiftungen zweier kunstfreundlicher Hannoveraner.



Rathaus der Stadt Hannover. I. Obergeschoß.



Rathaus der Stadt Hannover. Erdgeschoß.

Die Decke der Mittelhalle ist als Sterngewölbe aus Tuffstein, mit breiten Diagonalrippen aus Kalkstein hergestellt. Als schmückende Bildwerke stehen an der östlichen und der westlichen Seite in Höhe des Gewölbekämpfers vier Vertreter vergangener Zeitalter: ein alter das Weidwerk übender Germane, ein kriegerischer Kaufmann des Mittelalters, ein Gewappneter des Dreißigjährigen Krieges und als Vertreter der Neuzeit ein Gelehrter mit den Zügen Grotefends, des Entzifferers der persischen Keilschrift. Knabenfiguren halten an den Anfängern der Gewölberippen die flacherhabenen Profilköpfe von hannoverschen Vertretern der vier Fakultäten. In gleicher Höhe sind auf den Mitten der Ost- und Westseite die Krone des alten und die des neuen Reiches, auf den Mitten der Nord- und Südseite die vollplastischen Büsten Luthers und Bismarcks angebracht. Den Gewölbeschlußstein umschweben die halberhabenen Gestalten der vier Jahreszeiten. Ein Lampenkranz über dem Hauptgesims, ein großer Ringleuchter im freien Raum der Halle, Kandelaber, Wandlaternen und Hängelampen in den Umgängen bewirken die abendliche Beleuchtung.

Die südliche offene Eingangshalle ist an den Wänden mit Sandstein, abwechselnd mit Putzflächen bekleidet. In Nischen stehen, hinweisend auf Park, Wiese und Fluß, die Vollfiguren einer Gärtnerin, eines Schäfers, eines Ruderers und einer Schlittschuhläuferin. Der Fußboden ist Granit, die Decke Stuck in länglichen Kassetten.

Die Haupttreppe mündet im ersten Obergeschoß auf den dortigen Teil des Umganges, welcher sich nach beiden Seiten hin zu zweischiffigen in Weiß und Gold gehaltenen Vorsälen erweitert.

Der große Mittelraum der Festsaalgruppe an der Südseite hat bei 15,50 m Breite und 32,40 m Länge eine Grundfläche von ca. 500 qm. Seine Höhe bis zum Scheitel des Tonnengewölbes beträgt 15,50 m. Eine hohe Bekleidung von Grau-Schnöll-Marmor bildet den Wandsockel. Die acht breiten Pfeiler der Längswände zeigen auf Platten von Kirchheimer Marmor teils einzeln teils zu zweien gruppierte flach erhabene Figuren in doppelter Lebensgröße, die Bürgertugenden verkörpernd. Dazwischen, den Fenstern gegenüber, drei große Wandgemälde von Fritz Erler, die Entwicklung des niedersächsischen Städtewesens darstellend. Das Rahmen- und Sprossenwerk der Türen und Fenster erglänzt in dem lebhaften Rot des polierten Paduckholzes. Die Balkone der Schmalseiten und das Tonnengewölbe der Decke enthalten in hellgetöntem, teilweise vergoldeten Stuck mancherlei allegorische und dekorative Plastik. Der Abendbeleuchtung dienen drei vierseitige vergoldete Kronleuchter und ein in die Zone über den Gemälden eingelassener Lampenkranz.

An den Stirnseiten dieses Raumes führen drei Glastüren zu den Nebensälen. Der östliche grüne Saal hat marmorne Sockelbekleidung von Bleu belge und Vert des Alpes, darüber grünen und schwarzen Kunstmarmor, belebt durch versilberte Zierleisten, Schmuckreliefs und Beleuchtungskörper. Die drei zartgefärbten Fenster zeigen Handwerkerfiguren, die Lünetten ihnen gegenüber einen Handwerkerzug in Glasmosaik, beides nach Kartons von Julius Diez.

Das weiterhin nach Osten folgende Damenzimmer hat Täfelungen von poliertem Mahagoni, darüber reiche Stuckbekleidung der Wände und des mit Glühlampen besetzten Sterngewölbes. Dem Eingang gegenüber ein Wandgemälde von Hengeler: „Huldigung an den Frühling".

Dem Hauptsaal schließt sich an der anderen Schmalseite der blaue Saal an. Dieser bietet über blaugefärbter Holztäfelung Szenen aus der Tristansage in hellbläulich getöntem Stuck. Er endet westlich mit einer halbkuppelförmig geschlossenen Empore, unter welcher sich ein Anrichteraum befindet.

Die Fußböden sind in allen drei Sälen Holzparkett, die Decken in den beiden kleineren Sälen Stuck in länglichen Kassetten. Die Gesamtlänge der Saalflucht beträgt annähernd 80 m. Ihre Gesamtfläche bietet etwa 500 gleichzeitig tafelnden Personen Platz.

In dem gemeinschaftlichen Sitzungssaal der städtischen Kollegien, östlich von der Zentralhalle, sind die Sitze in zwei konzentrischen Reihen eines kurzen Ovals derart angeordnet, daß vom Platze des Vorsitzenden rechts die 20 Sitze der übrigen Magistratsmitglieder, links die 36 Sitze der Bürgervorsteher sich erstrecken. Die Plätze der Referenten und der Stenographen befinden sich im Inneren des kürzeren Ringes. Der Presse und dem Publikum dienen Logen an den Schmalseiten des Saales, vom zweiten Obergeschoß her zugänglich. Ueber die westliche Langwand, dem Sitze des Stadtdirektors gegenüber, spannt sich oberhalb eines hohen Sockels von Palisanderholz das Wandgemälde Ferdinand Hodlers, welches die Einführung der Reformation in Hannover darstellt. Der obere Teil der Wand und der undurchbrochene Rand des Deckenoberlichtes sind mit graugelb-getöntem Stuck bekleidet. Der Teppich ist rot, die Stühle sind mit rotem Leder, die Tische mit rotem Tuch überzogen.

Diesem Raum gegenüber an der Westseite der Zentralhalle bietet der etwas kleinere Saal des Bürgervorsteherkollegs den Mitgliedern 36 Sitze in einem einfachen länglichen Oval. Die Presse hat hier im Saale selbst acht Plätze. Alle übrigen Anordnungen sind denen des vorgenannten Saales ähnlich. Nur steht hier der malerische Schmuck noch aus, welcher die Fläche zwischen dem Eichengetäfel des hohen Sockels und der eichenen Oberlichtumrahmung beleben soll. Teppich grün, Ueberzeuge der Sessel grünes Leder, der Tische grünes Tuch. Durch das Oberlicht tritt in beiden Sälen auch die elektrische Beleuchtung ein, nur durch je vier aus den Ecken des Rahmens hervortretende Beleuchtungskörper unterstützt.

Von den vier Kommissionszimmern, welche diesen Sälen beiderseitig angegliedert sind, wurden die beiden neben dem gemeinschaftlichen Sitzungssaal auf Blaugrün, die beiden anderen neben dem Bürgervorstehersaal auf Rot gestimmt.

Die Ratsstube, welche den Magistratsberatungen dient, in der Mittelachse der Nordfront belegen, bietet in elliptischer Anordnung 21 Mitgliedern, einigen Referenten und dem Protokollführer Platz. Fenster, Türen und die niedrige Täfelung, die Holzteile der Möbel und die kassettierte Decke sind aus hellfarbigem polierten Birnbaumholz. Die Wandbekleidung ist violett, der Kamin ist roter Marmor. Tische und Stühle sind mit grauem Stoff überzogen. Ein einfach gehaltenes Vorzimmer führt ostwärts hinüber zum Zimmer des Stadtdirektors, wo die Täfelung in dem runden Erker sowie die Holzteile der Möbel poliertes Makassar-Ebenholz, die Wände Stoffbekleidung, die Decke leichte Stuckverzierungen aufweisen. Das symmetrisch an der Westseite der Ratsstube angeordnete Zimmer des Stadtsyndikus zeigt gelbe Wandbekleidung bei heller Stuckdecke und poliertes Nußbaumholz der Holzteile. Der Fußboden dieser Raumgruppe ist mit Teppichen belegt.

Die dem ständigen Dienst gewidmeten Seitenflügel des Rathauses haben, im Lichten gemessen, folgende Geschoßhöhen: Das Kellergeschoß etwa 3 m, das Sockelgeschoß 3 m, das Erdgeschoß bei einer Höhenlage des Fußbodens auf 58,54 über dem normalen Nullpunkt 4,75 m, das erste Obergeschoß 5 m, das zweite Obergeschoß 4,60 m, das Dachgeschoß 3,65 m. Die Flurbreiten sind 3,10 bis 3,16 m, die Zimmertiefen 6,10 bis 7,07 m.

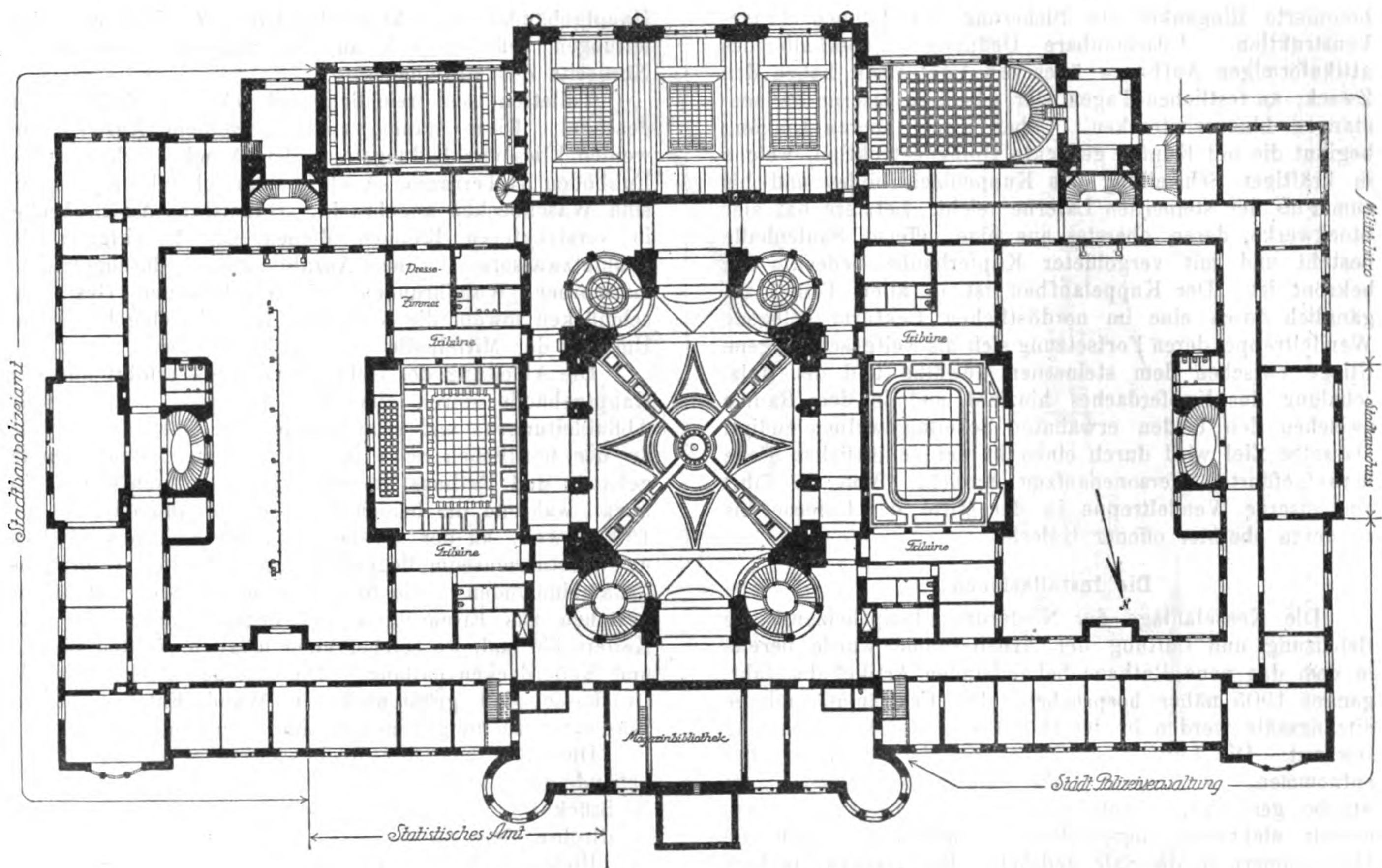
Die Ausstattung der Diensträume ist einfach und solide. Ueberall in den Schreibstuben wie in den kunstvoller bedachten Räumen der höheren Beamten ist die Schablone vermieden und wohldurchdachter und sorgfältig abgestimmter Wechsel durchgeführt. Mit besonderer Liebe ist die Hauptkasse und in ihr die metallglänzende Schaltereinrichtung behandelt.

Dankenswert ist die Stiftungsfreudigkeit zahlreicher Bürger, welche teils einzelne Kunstwerke zum Schmucke der Repräsentationsräume spendeten, teils Mittel für deren kunstvolle Ausstattung zur Verfügung stellten.

Außer den schon erwähnten Kunstmalern nennen wir gern diejenigen großenteils einheimischen oder doch aus Hannover stammenden Bildhauer, welchen das Aeußere und die architektonisch bedeutsamer gestalteten Innenräume ihren plastischen Schmuck verdanken. Es sind dies: Brasack und Bredow mit allegorischen Figuren im Innern; Brütt mit den beiden Kaiserstatuen in der Zentralhalle; Dammann mit „Morgen" und „Abend" am Nordgiebel; Feuerhahn mit den Anfängern und den Endstücken der Festtreppe; Garvens mit einer Fürstenfigur an der Südseite, mit Reliefs in den Festsälen und mit dem Modell

gewidmeten Aufsatz erörtert worden. Auch beim Hauptgebäude ist der Sockel aus rheinischer Basaltlava. Darüber folgt heller gelblichgrauer Sandstein, an der Ostseite aus dem Deister, an der Süd- und Westseite aus dem Süntel, an den Flügelbauten der Nordfront aus Osterwald, am Mittelbau daselbst aus der Bunzlauer Gegend. Der Kuppelaufbau ist an der Ost- und Südseite mit Süntelstein, an der West- und Nordseite mit Osterwalder Stein verblendet. Die schlichten Flächen der oberen Geschosse bestehen aus Ettringer Tuff. In den Höfen sind die Flächen unter Verwendung von Rüdersdorfer Kalk geputzt, die Architekturteile aus rotem Mainsandstein.

Die Dächer sind mit roten Handstrichpfannen, die Kuppel und die Turmspitzen mit Kupfer gedeckt. Die äußeren Freitreppen bestehen aus bayerischem Granit.



Rathaus der Stadt Hannover. II. Obergeschoß.

der auf die Einweihung des Rathauses geprägten Erinnerungsmedaille; Gundelach mit Teilen des geschichtlichen Frieses und Figuren in der Zentralhalle; Hantelmann mit Teilen des geschichtlichen Frieses und drei Fürstenfiguren; Heitmann mit dem Löwen und dem Rosse am Giebel der Nordseite; Herting mit drei Atlanten in der nördlichen Eingangshalle und den Bürgertugenden im großen Saal; Elsbeth Rommel mit dem Ruderer und der Schlittschuhläuferin in der südlichen Eingangshalle; Schumacher mit Teilen des geschichtlichen Frieses und zahlreichen sonstigen dekorativen Plastiken; Waegener mit den Büsten Luthers und Bismarcks; Waterbeck mit Teilen des geschichtlichen Frieses, dem Kaufmann unter den Atlanten in der nördlichen Eingangshalle, den geselligen Freuden an den Giebeln über dem großen Festsaal; Werminghausen mit Schäfer und Gärtnerin in der südlichen Eingangshalle.

Bauliche Konstruktionen.

Die Fundierung der Rathausgruppe, die Konstruktionen der dem täglichen Dienst gewidmeten Gebäudeteile sind bereits in jenem früheren, vorwiegend dem Bauamtshause

Die Mehrzahl der Decken und Treppen sind auch hier massiv nach dem vom Architekten angegebenen System, teils in einheitlicher Spannung, teils mit Zuhilfenahme von Unterzügen hergestellt. Abweichend ist der Hauptfestsaal mit einem an den eisernen Dachbindern aufgehängten Tonnengewölbe in Monierkonstruktion überdeckt. Unter diesem spannt sich als Rabitzkonstruktion die von unten sichtbare zierlich kassettierte Decke. Oben ist das Tonnengewölbe zum Schutz gegen zu große Abkühlung bei Winterkälte mit Korkplatten bedeckt.

Die Last des Kuppelaufbaues über der Zentralhalle ruht im wesentlichen auf den vier starken Pfeilern, zwischen denen die Halle samt ihrem Sterngewölbe als Quadrat mit abgestumpften Ecken und Verlängerungen nach Norden und Süden hin sich ausbreitet. Zwischen den Pfeilern sind in die Schildbögen unter dem Gewölbe die rundbogig geschlossenen vier großen Fensteröffnungen eingeschnitten, welche den Raum erhellen. Ueber dem Gewölbe ist zur Verankerung eine horizontale Massivdecke auf vier paarweise angeordneten, sich kreuzenden Gitterträgern verlagert, welche zugleich als Fußboden für die

obere Turmhalle dient. Letztere wird in ihren Wänden gebildet durch die im Innern parabolisch geführten Fortsetzungen der vier Tragepfeiler, welche, in ihrer gebogenen Form über dem Sterngewölbe bei Ordinate + 81,62 beginnend, bis zur Ordinate + 118 in horizontalen Schichten ausgekragt sind und von da in zwei übereinander liegenden Gewölben mit den Scheitelpunkten auf den Ordinaten + 121,50 und 124,70 zusammenschließen. Die Turmhalle hat von ihrem Fußboden an bis zum Scheitel des unteren Gewölbes eine Höhe von 30,50 m. Sie öffnet sich zwischen den als Widerlager dienenden runden Ecktürmchen und deren oberen flacheren Fortsetzungen nach den vier Haupthimmelsrichtungen hin mit schlanken giebelbekrönten, unverglasten, durch Maßwerk belebten Fenstern. Außer dem Mauerwerk zweier Umgänge, deren oberer als Zwerggalerie im Aeußeren hervortritt, dienen mehrere einbetonierte Ringanker zur Sicherung der kühnen Tragekonstruktion. Unscheinbare Oeffnungen oberhalb des attikaförmigen Aufbaues über den Ecktürmen haben den Zweck, an festlichen Tagen vier mächtige eiserne Fahnenstangen hinauszustrecken. Ueber jenem oberen Umgang beginnt die mit Kupfer gedeckte Holzkonstruktion, welche in kräftiger Schwellung das Kuppeldach bildet und bis zum Fuß der steinernen Laterne reicht. Letztere hat vier Stockwerke, deren oberstes aus einer offenen Säulenhalle besteht und mit vergoldeter Kupferhaube bedeckt und bekrönt ist. Der Kuppelaufbau ist in allen Teilen zugänglich durch eine im nordöstlichen Eckturm belegene Wendeltreppe, deren Fortsetzung sich als weitgeschwungene Stiege zwischen dem steinernen Gewölbe und der Holzschalung des Kupferdaches hinzieht und in dem Raume zwischen den beiden erwähnten Scheitelgewölben endigt. Dasselbe Ziel wird durch einen in der südöstlichen Ecke heraufgeführten Personenaufzug erreicht. Von da führt eine eiserne Wendeltreppe in der Mitte der Laterne bis zu deren oberster offener Galerie.

Die Installationen.

Die Kesselanlage der Niederdruckdampfheizung, die Beheizung und Lüftung der Arbeitsräume wurde bereits in dem das neue Rathaus behandelnden Artikel des Jahrganges 1905 näher besprochen. Die Festräume und die Sitzungssäle werden in der Hauptsache durch Luftheizung erwärmt. Die Luft wird hierzu von der Maschseite her entnommen, in großen Luft- und Filterkammern vom Staube gereinigt, mittels Radiatoren erwärmt und dann mittels elektrisch angetriebener Ventilatoren durch die Heizkammern in die Säle gedrückt. Die verbrauchte Luft wird durch besondere Kanäle über Dach geleitet. Für die Heizkörper der Sitzungssäle und eine größere Zahl der Dienstzimmer sind selbsttätige Temperaturregler zur Anwendung gekommen, während die Regelung der Wärme in den Festsälen von einer Zentralstelle im Keller aus erfolgt, in der die hierzu erforderlichen Fernthermometer münden.

Im Zusammenhang mit der Zentralheizung steht eine ausgedehnte Warmwasseranlage, die mit zahlreichen über das ganze Haus verteilten Zapfhähnen für Wasch- und Hausreinigungszwecke versehen ist.

Die im Sockelgeschoß befindliche, zum Gebrauche bei Festlichkeiten bestimmte Hauptküche enthält einen großen Kohlenherd, Bratöfen, Dampfkochkessel, Wärmtische sowie Putzeinrichtungen für Fleisch, Fische und Gemüse; von hier gelangen die fertigen Speisen zu dem in Höhe der Festsäle liegenden und mit großen Wärmetischen ausgerüsteten Anrichteraum. Die darüber befindliche Kaffeeküche ist mit Gasherd und zugehörigen Nebenapparaten eingerichtet. Die Spülküche im Dachgeschoß enthält mehrere elektrisch angetriebene Spülmaschinen für Geschirr, Gläser und Bestecke, auch befinden sich hier die Aufbewahrungsräume für das Geschirr und die Tischwäsche. Alle genannten Räume sind außer durch die bereits erwähnte besondere Treppe noch durch drei große elektrisch betriebene Speisenaufzüge untereinander verbunden.

Die Wasserzuflußleitung des Hauptgebäudes geht, wie in jenem früheren Artikel angedeutet, von dem in der Friedrichstraße liegenden 125 mm weiten Rohre der Trinkwasserleitung aus. Die Zuführung erfolgt durch zwei 100 mm weite Leitungen, welche sich im Heizgang des Hauptgebäudes vereinigen und hier eine Ringleitung bilden. Von dieser Ringleitung sind nach den Geschossen hin die verschiedenen Steigeleitungen, ferner für die beiden Höfe sechs Feuerhydranten und zwei Sprengventile abgezweigt. In den Höfen sind außerdem vier Stück Anschlüsse vorgesehen zur Ankuppelung der Dampfspritze, durch welche bei ausbrechendem Feuer das Löschwasser durch vier Stück 100 mm weite Steigeleitungen in die Geschosse des Hauptgebäudes gedrückt werden kann. Zwei dieser Steigeleitungen befinden sich an der Südseite, zwei an der Nordseite des Mittelbaues.

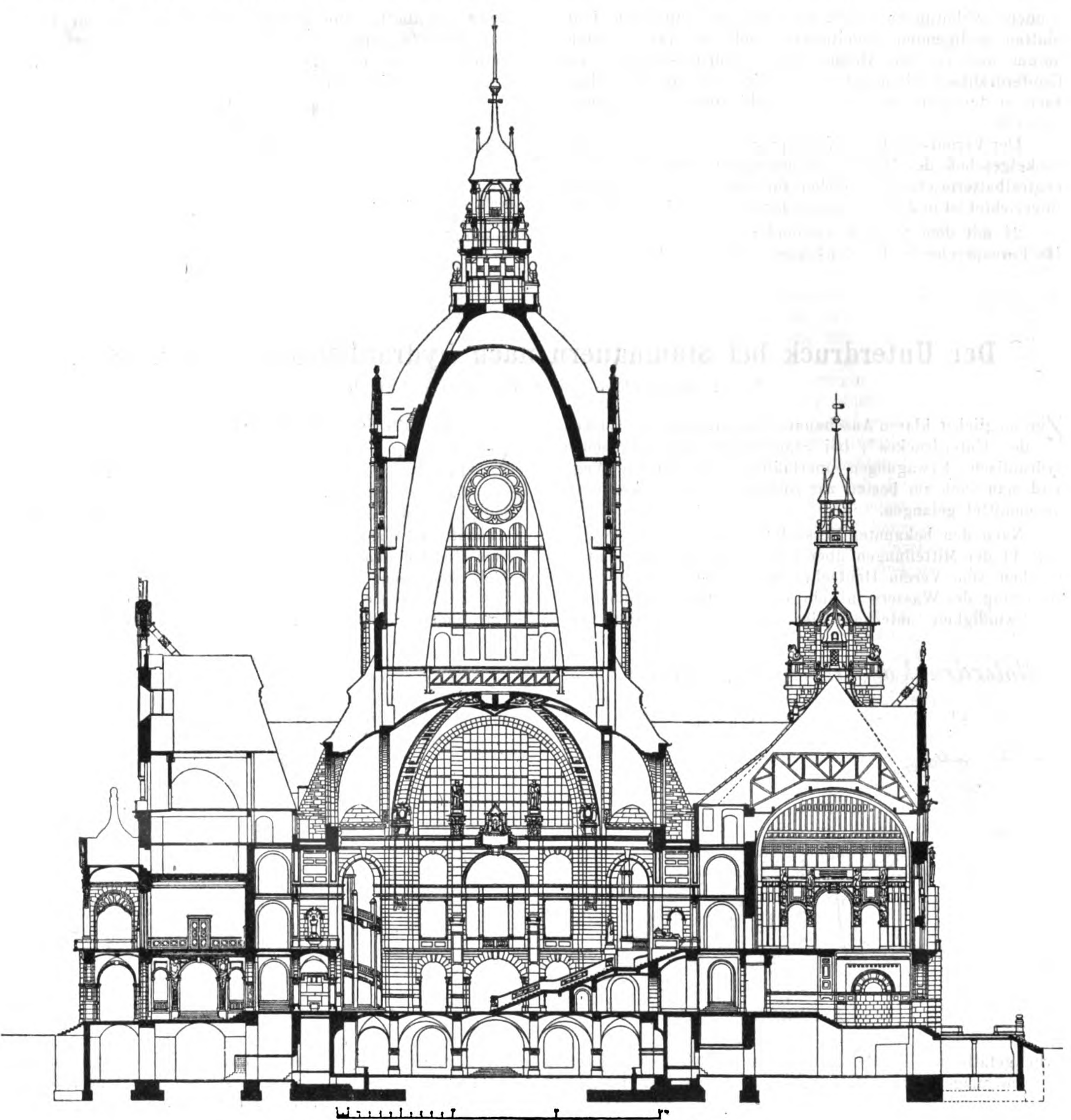
Toiletten sind reichlich und leicht auffindbar vorgesehen. Diese Räume sind in weißem Anstrich mit weißen Fliesenbekleidungen an den Wänden gehalten; der Fußboden ist Terrazzo. Auch in zahlreichen Dienstzimmern sind Waschbecken angebracht. Gußeiserne Ausgußbecken in versteckteren Räumen dienen zur Beseitigung des Schmutzwassers. Eine Anzahl schön durchgebildeter marmorner Wandbrunnen in verschiedener Gestaltung schmücken sowohl die Korridore der Seitenflügel, wie den Umgang der Mittelhalle des Hauptgebäudes.

Die Ableitung des Gebrauchswassers erfolgt aus dem Hauptgebäude durch eine 150 und zwei 200 mm weite Abflußleitungen, und zwar mündet die eine 200 mm weite an der nördlichen Seite in den zwischen Stadtbauamtsgebäude und Rathaus liegenden 250 mm weiten Gebrauchskanal, während die beiden anderen Ableitungen, 200 und 150 mm weit, an der Westseite in den zwischen Rathaus und Kestnermuseum liegenden 250 mm weiten Gebrauchskanal einmünden. Die Sohlenleitungen in den Gebäuden bestehen aus Eisenröhren und liegen größtenteils unter Kellersohle und, wo solches nicht möglich, an den Wänden und Kellerdecken entlang. Die eisernen Abflußrohre der Geschosse sind größtenteils in Wandschlitzen mit den Wasserzuflußleitungen gemeinsam untergebracht.

Die Ableitung des Regenwassers wird vom Hauptgebäude aus durch sieben Stück 200 mm, vier Stück 150 mm, 20 Stück 130 mm, 13 Stück 100 mm weite kupferne Regenabfallrohre den zur Rechten und Linken des Hauses in der Richtung Nord-Süd und an der Südseite in der Richtung West-Ost liegenden Regenwasserkanälen, welche alle in den Regenauslaß der Friedrichstraße münden, zugeführt. Der Regenwasserkanal an der Südseite hat einen lichten Durchmesser von 350 mm, während die beiden anderen an der Nordseite je einen Durchmesser von 250 mm haben. Die Ableitung des Regenwassers von den zwei großen und vier kleinen Lichthöfen erfolgt durch acht Stück Hofsinkkasten in die genannten Regenwasserkanäle.

Der elektrische Strom für die Beleuchtung und die Kraftversorgung des Hauptgebäudes wird dem städtischen Gleichstromkabelnetz in einer Spannung von 2 × 110 Volt durch zwei voneinander unabhängige Kabelanschlüsse entnommen. Die Außenleiter beider Anschlüsse haben einen Kabelquerschnitt von 240 qm/m und sind so stark bemessen, daß bei etwaigem Versagen des einen Anschlusses der andere noch den gesamten Strombedarf ohne unzulässigen Spannungsverlust zu tragen vermag. Von den im Kellergeschoß untergebrachten drei Hauptschalttafeln dient eine der Kraftversorgung. Von ihr gehen die Leitungen für die einzelnen Motoren aus, die die Fahrstühle, Ventilatoren und sonstigen Maschinen antreiben. Der gesamte Kraftbedarf umfaßt etwa 40 Kilowatt, entsprechend 45 effektiven Pferdekräften. Von den beiden

anderen der Beleuchtung dienenden Hauptschalttafeln gehen starke Hauptleitungen nach den einzelnen Geschossen des Mittelbaues und der Seitenflügel und enden an 45 größeren und kleineren Schalttafeln, die in Gängen und Nischen der verschiedenen Geschosse angeordnet worden sind. An die von diesen Schalttafeln abführenden Verteilungsleitungen



Rathaus der Stadt Hannover. Schnitt durch den Mittelbau.

sind die einzelnen Beleuchtungskörper angeschlossen. Die gesamte Drahtlänge der Leitungen beträgt etwa 50 ^{km}. Die Leitungen sind in den vornehmer ausgestatteten Räumen in Stahlpanzerrohr, verdeckt im Verputz der Decken und Wände, verlegt worden. In den Geschäfts- und Arbeitsräumen liegen sie in Isolierrohr auf dem Verputz, in untergeordneten Kellerräumen ist die Verlegung auf Isolierrollen erfolgt.

Die Beleuchtung der Fest- und Sitzungssäle, sowie die der Gänge und Treppenhäuser wird von wenigen

zentralen Stellen aus eingeschaltet. Mit Ausnahme des Raumes für die Abgabenerhebung, in dem 12 Bogenlampen von je 1200 Kerzen indirektes Licht spenden, ist ausschließlich Metallfadenglühlicht zur Verwendung gekommen. Die Geschäfts- und Arbeitsräume sind mit einer allgemeinen Zimmerbeleuchtung und Steckdosen zum Anschluß

von Stehlampen für die Arbeitsplätze ausgestattet. In einigen Räumen sind an der Decke befestigte, bewegliche Zugpendel für Arbeitszwecke angebracht. Bei der Anordnung und Bemessung der Leitungen ist auf spätere Erweiterung genügend Rücksicht genommen.

Der isolierten Lage des Gebäudes wegen wurde eine ausgedehnte Blitzableiteranlage, welche einen verstärkten Blitzschutz gewährleistet, angeordnet. Neben besonderen auf den Dachfirsten angebrachten Fangstangen haben alle

höheren Bauteile, Türme, Dachreiter, Giebel, Schornsteine und Entlüfter Fangspitzen erhalten. An das aus Kupfer-Drahtseil bestehende Leitungsnetz sind auch die kupfernen Bedachungen, Dachrinnen, Regenfallrohre und die größeren Eisenkonstruktionen über den Sälen und im Kuppelbau angeschlossen. Der als höchstes Bauwerk der Stadt der Blitzgefahr besonders ausgesetzte Kuppelbau hat vier besondere Ableitungen erhalten. Alle in kupfernen Erdplatten endigenden Ableitungen sind um das Gebäude herum und in den Höfen durch Erdringleitungen aus Kupferdrahtseil miteinander verbunden, so daß die Anlage auch in der Erde ein in sich geschlossenes Leitungsnetz darstellt.

Der Vermittelung des Fernsprechverkehrs dient ein im Sockelgeschoß des Westflügels untergebrachter dreiteiliger Zentralbatterieschrank, welcher für drei Bedienungsplätze eingerichtet ist und die Nummern für 200 Teilnehmer enthält.

24 mit dem Schrank verbundene Hauptanschlüsse an das Fernsprechnetz der Reichspost vermitteln den äußeren Fernsprechverkehr der sämtlichen an den Schrank angeschlossenen Teilnehmer. Die Einrichtung von Vielfachfeldern ermöglicht es, daß die Bedienung des Schrankes je nach Bedarf beliebig durch eine oder zwei oder drei Personen erfolgen kann. Die erforderlichen Leitungen sind zusammen mit den übrigen Schwachstromleitungen für Signal- und Feuermelderanlagen in Stahlpanzerrohren unter Putz installiert. Die Teilnehmer haben zum Teil Tisch-, zum Teil Wandapparate erhalten. Schallsichere Fernsprechzellen sind nur da angelegt worden, wo hierfür ein dringendes Bedürfnis vorlag.

Das Entwerfen und die Ausführung der genannten umfangreichen Installationen lag in den Händen der zuständigen städtischen Dienststellen.

Infolge besonderer Umstände ist es uns leider nicht möglich, von den reichen Innendekorationen der Fest- und Sitzungssäle Abbildungen zu bringen. Wir behalten uns vor, dieselben nachzuliefern, sobald ihre Beschaffung gelingt.

Die Schriftleitung.

Der Unterdruck bei Staumauern nach hydraulischen Erwägungen.

Von E. Beyerhaus, Kgl. Baurat (Charlottenburg).

Zur möglichst klaren Anschauung über Wesen und Wirken des Unterdruckes*) bei Staumauern sind eingehende hydraulische Erwägungen unerläßlich. Auf diesem Wege wird man auch am besten zur Auffindung der wirksamsten Gegenmittel gelangen.

Nach den bekannten Versuchen von Poiseuille (vergl. Heft 44 der Mitteilungen über Forschungsarbeiten, herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure) steht bei der Bewegung des Wassers in sehr engen Kanälen (wobei die Geschwindigkeit unterhalb der „kritischen" bleibt) das Druckgefälle im geraden Verhältnis zur Geschwindigkeit und im umgekehrten Verhältnis zur Weite der Kanäle.

Es gilt die Gleichung: $v = C \cdot R \cdot J$, also $J = \frac{1}{C} \cdot \frac{v}{R}$

(während bei der sogenannten turbulenten Bewegung, d. h. oberhalb der kritischen Geschwindigkeit bekanntlich $v = K\sqrt{R \cdot J}$ gesetzt wird).

Besteht also der Untergrund einer Talsperre aus durchlässigem Boden von durchweg gleichartiger Beschaffenheit, so muß das Druckgefälle vom Eintritt bis zum Austritt des Wassers gleich bleiben, der Druck also nach dem Gesetze einer geraden Linie vom Höchstwert bis auf Null abnehmen.

Befindet sich nach Abb. 1 am wasserseitigen Fuße eine undurchlässige Lehm- oder Tonschüttung, so wird dicht oberhalb das Wasser eintreten, sich von da auf die Fundamentsohle zu, unter dieser her und dann aufwärts zur freien Talsohle bewegen. Stellt man die so entstehenden Wege im Anschluß an die Fundamentsohle wagerecht zusammen, geht von den Endpunkten senkrecht in die Höhe und verbindet nach Abb. 1 durch eine gerade Linie die Schnittpunkte am Stauspiegel und der Talsohle, so erhält man die Größe und Verteilung des Unterdrucks an der Fundamentsohle für den Fall völlig gleichmäßiger Durchlässigkeit des Untergrundes.

Die Größe des Unterdrucks ist hiernach von dem Grade der Durchlässigkeit unabhängig (sofern derselbe sich nur auf dem Wege von der Wasser- zur Luftseite nicht ändert). Dies ist für die richtige Beurteilung

*) Unter „Unterdruck" ist von unten wirkender aktiver Druck gemeint im Gegensatz zu der in der Hauptsache von oben wirkenden aktiven Gesamtkraft, die zwar einen gleich großen entgegengesetzten, aber passiven Gegendruck von unten erzeugt.

Eine Verwechselung mit dem bei Gasen und Flüssigkeiten im Gegensatz zu Ueberdruck gebrauchten Wort Unterdruck, der das Maß der Unterschreitung des Atmosphärendruckes angibt, ist kaum zu befürchten, da der Zusammenhang stets ergibt, welcher Sinn gemeint ist.

der Sachlage von großer Bedeutung, scheint aber bisher im allgemeinen nicht klar erkannt zu sein.

Statt der geraden Linie des Druckgefälles wird man wie Abb. 1 veranschaulicht eine nach oben ausbauchende, also erst schwach, dann immer stärker fallende Linie bekommen, wenn die Durchlässigkeit des Untergrundes auf der Wasserseite am größten ist und nach der Luftseite allmählich abnimmt. Dies würde eine beträchtliche Vermehrung des schädlichen Unterdruckes bedeuten, ist also durch geeignete Maßnahmen zu verhindern, wie z. B. Einschlämmen von feinem Sand und Ton auf der Wasserseite vor endgültiger Füllung. Bedenkt man, daß ein durchlässiger Untergrund wie ein Filter wirkt, welches sich bekanntlich durch längeren Gebrauch auf der Eintrittsseite immer mehr verstopft, so erscheint die Wirksamkeit eines solchen Verfahrens außer Zweifel. Man wird es also jedenfalls durch geeignete Maßnahmen erreichen können, daß umgekehrt die Durchlässigkeit des Untergrundes auf der Wasserseite am geringsten ist und nach der Luftseite größer wird. In diesem Falle wird die Druckfigur nach unten ausbiegen, also mit steilem Abfall beginnen und allmählich flacher auslaufen. Dadurch wird der schädliche Unterdruck ganz bedeutend geringer. Er kann so leicht auf ein unschädliches Maß herabgemindert werden. Während also auf der Wasserseite möglichst feine, wenig oder gar nicht durchlässige Stoffe (bei stärkeren Quellen mit etwas gröberen untermischt) unterzubringen sind, sollte an der Luftseite mehr schwerer grober Kies und Steingerölle eingebracht werden, welches das Wasser durchläßt, ohne selbst mitgerissen zu werden. Alle Dichtungsmaßnahmen an der Luftseite können nur schädlich wirken, da sie den Druck des Wassers hier vermehren und es veranlassen würden, schließlich doch, nur mit um so größerer Gewalt durchzubrechen.

Da eine Dichtung auf der Luftseite gegen den vollen Wasserdruck ganz unmöglich ist, erscheint auch die u. a. von Lieckfeldt gemachte Annahme unzulässig, als wenn je der volle Wasserdruck bis nahe zur Luftseite vordringen könnte. Solche Annahmen sind daher geeignet, in der Vorstellung ein falsches Bild von dem wahren Sachverhalt zu geben, und können so leicht zu unzweckmäßigen, oder unnötige Ausgaben veranlassenden Maßnahmen führen.

Da im allgemeinen, die Durchlässigkeit des Untergrundes mit der Tiefe abnimmt, so dürfte ein ganz besonders wirksames Mittel zur Beseitigung des schädlichen Unterdruckes darin bestehen, daß man am wasserseitigen Fuße eine möglichst tief herabreichende Abschlußmauer aus allseitig dicht anschließendem Stampfbeton anordnet und dahinter in etwas höherer Lage einen mit Drainröhren versehenen Sickerkanal, der mit der Luftseite in Verbindung steht. Wird dann noch am Fuße auf der Wasserseite eine kräftige weitreichende Lehm- oder Tonschüttung angestampft und schließlich noch vor vollständiger Füllung eine Einschlemmung von Dichtungsstoffen in den Talgrund vorgenommen, so dürfte mit Sicherheit jede Auftriebwirkung bei Beurteilung der Standfähigkeit zu vernachlässigen sein und das um so mehr, als ein großer Sicherheitsüberschuß noch in der Wirkung der Längskrümmung der Mauer im Grundriß liegt.

Es ist sehr zu beachten, daß die in Amerika eingestürzten Talsperren meist solcher Grundrißkrümmung entbehrten*) und überdies mangelhaft fundiert waren. Selbst wenn gar keine geeigneten Endwiderlager vorhanden wären, würde die Grundrißkrümmung doch die Standfähigkeit außerordentlich vermehren, zumal der Zusammenhang mit dem Untergrunde auf der ganzen Länge bei genügender Krümmung allein ausreichen wird, den Schub der Gewölbewirkung aufzunehmen, so daß die Endwiderlager als solche dann kaum zur Wirksamkeit kommen.

Was das Auftreten von schädlichem Wasserdruck innerhalb des Mauerwerks betrifft, so ergibt sich aus den vorstehenden Ausführungen, daß derselbe durch einen wasserdichten Putz auf der Wasserseite verhindert werden kann. Da gewöhnliches Mauerwerk, ebenso wie Beton erfahrungsgemäß nie völlig wasserdicht ist, so bietet es dem etwa durch feine Risse im Putz durchdringenden Wasser einen so großen Abzugsquerschnitt, daß es sich mit äußerst geringer Geschwindigkeit weiter bewegen kann, nachdem es durch die einzelnen feinen Risse mit verhältnismäßig großer Geschwindigkeit hindurchgetreten ist. Infolgedessen muß innerhalb der (möglichst dick aufzubringenden) wasserdichten Putzschicht ein derartiger Druckabfall erfolgen, daß hinter derselben eine gefährliche Größe des Wasserdruckes ausgeschlossen erscheint. Zur größeren Sicherheit kann man ja auch (wie vielfach geschehen) das etwa vorn durchsickernde Wasser durch geeignete Kanäle abfangen und nach außen leiten.

Auch die Frage des Unterdrucks oder Auftriebs bei rings von Wasser gleicher Höhe umgebenen Bauwerken, wie Brückenpfeilern und dergleichen läßt sich wie vorstehend durch hydraulische Erwägungen leicht klären. Falls der Untergrund nicht wasserundurchlässig im vollsten Sinne des Wortes ist, so daß unbedingt $R = 0$ zu setzen ist, kann nach der Formel $J = \frac{1}{C} \cdot \frac{v}{R}$ ein Druckabfall von außen nach der Fundamentsohle nur dann vorhanden sein, wenn v nicht Null ist, sondern einen endlichen Wert hat. Das würde bedeuten, daß fortwährend neues Wasser von außen unter das Fundament dränge und hier wie durch eine Pumpe beseitigt würde. Da dies nicht der Fall ist, muß unter einem Brückenpfeiler der volle Außendruck herrschen.

*) Dies war insbesondere auch bei der Austintalsperre der Fall.

Arbe,

die Stadt und die Insel,

ein malerisches Schatzkästlein der Natur und Kunst in Dalmatien.

Von Prof. W. Schleyer, Geh. Baurat in Hannover.

(1. Fortsetzung.)

Die Baudenkmäler von Arbe — kroatisch Rab — verteilen sich auf die Zeit seit Anwesenheit der Römer bis zur Mitte des 15. Jahrhunderts, da wohl nicht anzunehmen ist, daß nach der infolge der Pest von 1456 eingetretenen Verödung der Stadt und nach dem Schwinden des Seehandelsverkehrs am Ende des 15. Jahrhunderts noch bemerkenswerte Bauten venezianischer Art errichtet sein sollten. Was später gebaut wurde, war Nutzbau dürftigster Art. So ist denn die Zeit der Bauten von Arbe ebenso scharf begrenzt wie der Ort.

Reste oder gar Baudenkmäler aus römischer Zeit sind auf Arbe keineswegs so zahlreich, wie gemeinhin behauptet wird, sondern im Gegenteil recht spärlich, und sicherlich sind manche interessanten Stücke noch in letzter Zeit zugrunde gegangen oder zerstört worden. So erwähnt Farlati in seinem im Jahre 1775 erschienenen Werk

„Illyricum sacrum“ (Vol. V, p. 224), daß an verschiedenen Stellen und Gebäuden der Stadt allerlei Inschriften zu finden seien, von denen er sechs Beispiele aufführt, enthaltend die Namen der Kaiser Nerva, Trajan, Hadrian, Antoninus und Severus. Von diesen Inschriften waren im Jahre 1884 nach Eitelberger*) nur noch drei, aber in völlig verwahrlostem Zustande vorhanden; eine derselben, nicht mehr recht leserlich, befindet sich auf einem kleinen, seiner Profilierungen beraubten Votiv-Altar (s. Bild 13), der in einem zur Bastion Torre Gagliardi führenden Torweg (Nordseite der Stadt) eingemauert ist. — Ein sehr schönes, wohlerhaltenes römisches Architekturstück liegt in der Domkirche auf der Rückseite der Mensa des Ciborien-Altars. Es ist ein reich ornamentiertes Gesimsstück, das ohne Zweifel für seinen jetzigen Platz nicht gearbeitet ist und, wie man sagt, aus einem sonst nicht bekannten und gänzlich verschwundenen Tempel des Vespasian, nach anderer Lesart des Septimius Severus stammen

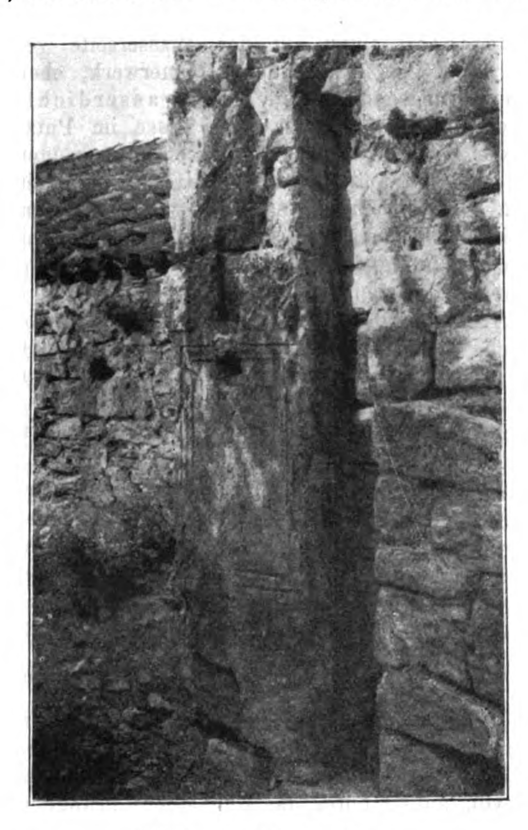


Bild 13. *Römischer Altar.*

soll; letztere könnte die richtigere sein, weil die scharfe und elegante Behandlung der Gliederungen und Details ganz den charakteristischen Habitus der reichen römischen Architektur aus der Zeit um 200 n. Chr. trägt (s. Bild 14). — Römischen Ursprungs sind ferner zwei bärtige Marmorköpfe, von denen der eine, ein Januskopf, in dem nördlichen Giebel des Palazzo Nimira, der andere in der Mauer über der Tür der sogenannten Leichenkapelle vor dem Dom (s. Bild 15) sich befindet. — Im übrigen liegen in der Stadt Arbe hier und da größere Quadern, die römischer Herkunft sein können, aber nicht sein müssen, obwohl es gerade ihre Größe nicht wahrscheinlich macht, daß sie venezianischen Bauten angehört haben oder für solche bestimmt waren.

Von der antiken Stadt Colento oder Colentum, die am Canale di Barbato unterhalb S. Damiano zwischen S. Lucia und Barbato am Meere oder im Meere gelegen haben soll, habe ich nicht die geringsten Spuren finden können; daß die Ruinen von S. Damiano selbst auf keinen Fall dieser Stadt angehört haben, sieht man auf den ersten Blick. — Eine andere antike Stadt Castellino soll auf der

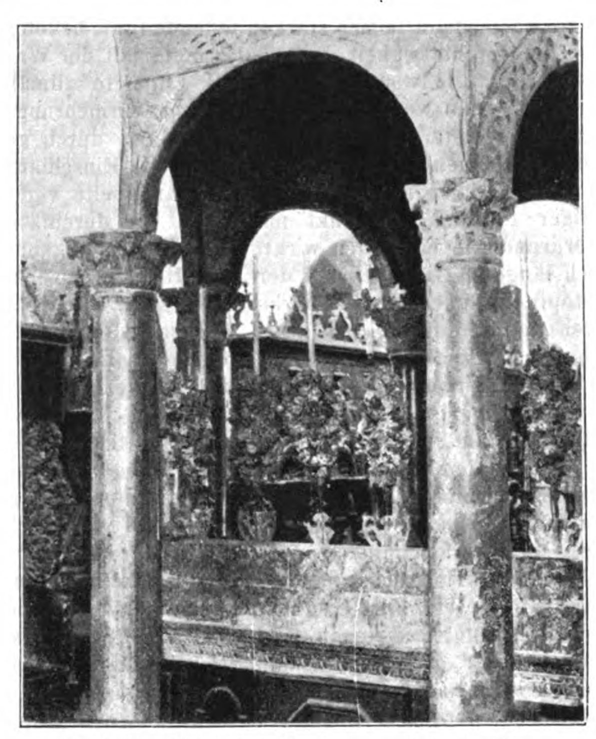


Bild 14. *Römisches Gesims am Ciborienaltar.*

Höhe bei Pt. Castello (in der Campora-Bucht) gestanden haben, wo jetzt Weingärten sind. Daselbst finden sich in Menge Mosaiksteine von gelblichem und buntem Marmor sowie von farbigen Glasflüssen, auch Stücke von Mosaiken;



Bild 15. *Sogenannte Leichenkapelle. (S. Antonio?)*

es ist jedoch unmöglich, sie zu datieren, solange nicht Architekturreste mit deutlicher Formensprache gefunden sind. Ein Mosaikstück, das ich Herrn Friedr. Morton verdanke, erinnert stark an die Arbeiten des älteren Aquileja.

*) Eitelberger v. Edelberg. Kunsthistor. Schriften IV S. 57. Wien 1884.

Im Volksmunde geht die Sage, daß auf dem nördlichsten Teil der Halbinsel Loparo ein großes römisches

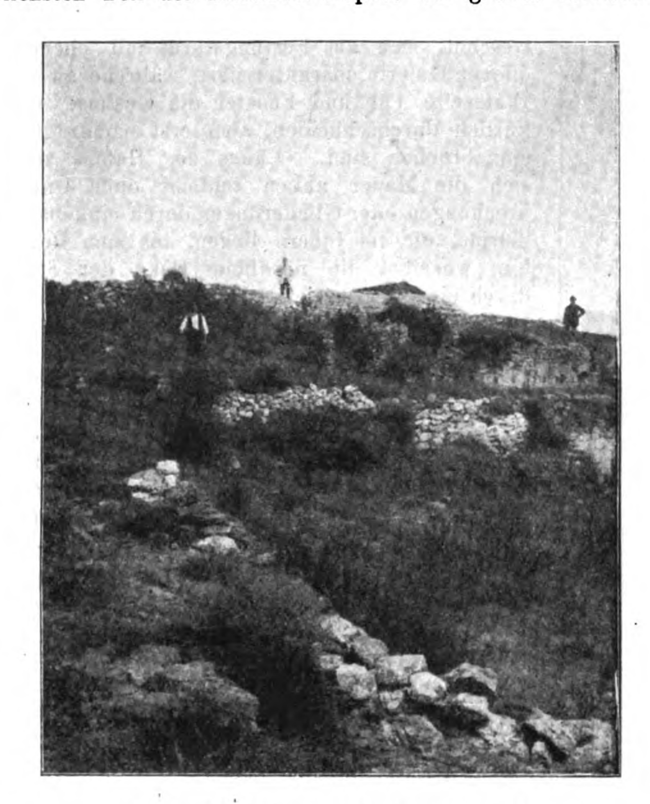


Bild 16. *Ruine auf der Punta Zidine.*

Siegesdenkmal gestanden haben soll, über dessen Anlaß und Bedeutung jedoch alle historischen Angaben fehlen; man vermutet es auf der Punta Zidine (Zidine kroatisch=

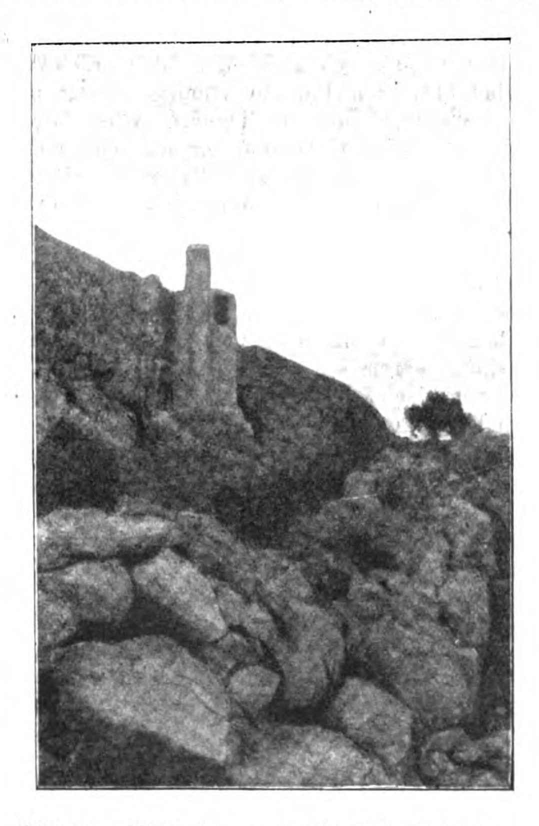


Bild 17. *Bildstöckel an der Straße nach Loparo.*

Ruine), wo auf dem zum Meere nach Süden abfallenden Gelände durch ca. 12,5 ^{m} lange Futtermauern drei Terrassen von je 6,80^{m} Breite und 2,5^{m} Höhe angelegt sind (s. Bild 16). Das Mauerwerk ist aus hammerrechten, regelmäßig geschlagenen und in sauberen Schichten liegenden kleinen Kalksteinen mit Mörtel aufgeführt, wie es in spätrömischer Zeit üblich war. Sonstige Fundamente oder Gebäude-Grundrisse sind in der Nähe nicht mehr erkennbar; nur eine Quelle, deren Fassung aus gleichem Mauerwerk einen Schacht von 1,30 zu 1,20^{m} bildet, liegt in ca. 150^{m} Abstand östlich von den Terrassen und weist auf irgendeine alte Bauanlage. Daß auf Loparo noch ein Bauwerk der Römer bestanden haben mag, darauf deutet ein Säulenschaft hin, der jetzt zu einem Bildstöckel benutzt (s. Bild 17) und da aufgestellt ist, wo der Weg von Loparo nach Valle S. Pietro die Ausmündung der malerischen Jamina-Schlucht in das Tal von Loparo kreuzt. Die Säule kann aber auch hierher verschleppt sein.

Weitere römische Baureste sind mir auf der Insel Arbe nicht bekannt; es wäre jedoch nicht ausgeschlossen, daß noch einige in der Stadt zutage gefördert würden, wenn man die Ruine der Kirche S. Giovanni Battista und der anstoßenden Vescovata ausräumen würde.

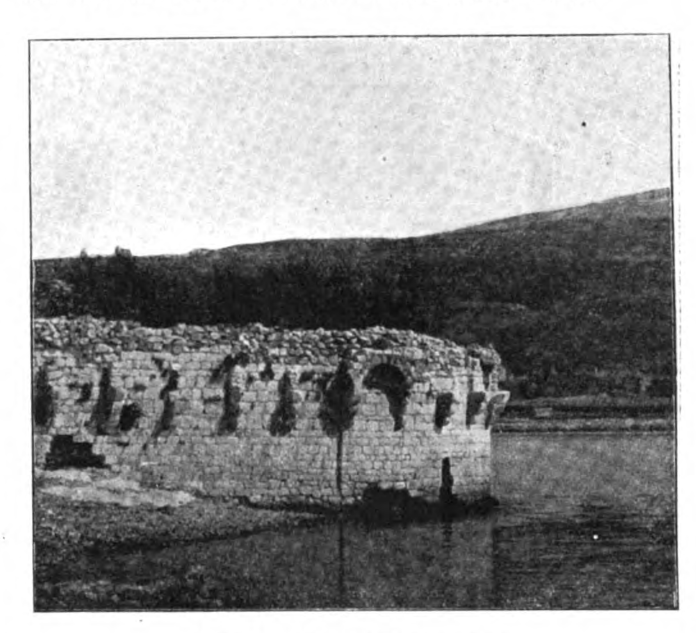


Bild 18. *Venezianisches Fort.*

Einen höchst eigenartigen und für sich abgeschlossenen Schatz enthalten die wohl ganz aus dem Mittelalter stammenden Wehrbauten, denen die Stadt nicht zum geringsten Teile ihr ebenso stattliches wie charakteristisches Gesamtbild verdankt. Das alte Stadtgebiet (s. Bild 4) bedeckt zwar nur eine nach Süden schmal auslaufende Fläche von ca. 500^{m} Länge und kaum 200^{m} größter Breite; aber der größtenteils erhaltene Befestigungsgürtel ist im ganzen Umfange noch deutlich zu verfolgen und gewinnt durch das trotzige Relief des Bodens erheblich an imposantem und malerischem Reiz. Von der Südspitze, wo sich die Mauer auf Felsklippen majestätisch aus dem Meere erhebt und in die Baulichkeiten des Klosters S. Antonio übergeht (s. Bild 8), folgt auf der Landseite die Befestigung in sturmfreier Höhe als schlichte Mauer, auf der der Wehrgang noch begehbar ist, der Uferlinie bis zur Hafeneinfahrt, welche ein starkes Fort (s. Bild 9) beschützte, ein halbrunder Turm, der von einem eckigen Bauwerk ins Meer vorspringt. Der Rundbau (s. Bild 18) trug auf dreiteiligen, mit Rundbögen überwölbten schweren Konsolen den weit ausladenden Wehrgang und ist mehr zerstört als der Eckbau, dessen Gemäuer in größerer Höhe einige kleine Fenster hat. Ueber Wasser sind schwere Steinringe eingemauert, die sowohl zum Festmachen der Schiffe als zum Sperren des Hafens dienen konnten. Heute trägt der Rundbau einen blühen-

den Garten, dessen Grün den Ankommenden schon bei der Einfahrt anheimelnd begrüßt. — Die nächste Fort-



Bild 19. *Palazzo del Conte am Hafenplatz.*

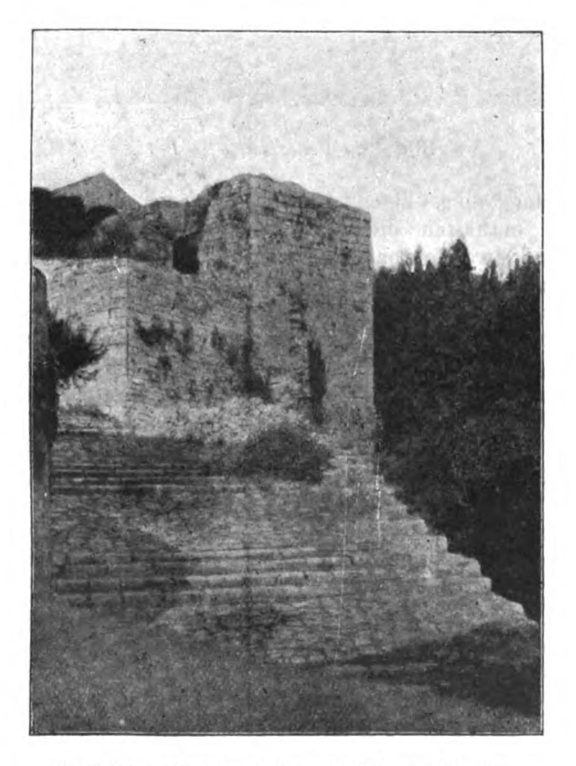


Bild 20. *Rampentreppe am Palazzo Nimira*

setzung der Stadtmauer hat anscheinend der Anlage des kleinen Hafenplatzes weichen müssen, dessen einspringende Ecke (s. Bild 19) der quadratische Turm des Palazzo del Conte einnimmt, der besonders an der Hafenseite (rechts) über dem anstoßenden Dach mit den Bossenquadern und den kleinen Oeffnungen im obersten Geschoß sich als Festungsturm mit ehemals offener Galerie charakterisiert, während an der Platzseite Tür und Fenster die Gesimse willkürlich durchschneiden, also erst nachträglich eingebrochen sind. Längs des Hafens zieht sich die Mauer außen schlicht ohne Unterbrechungen oder Gliederungen durch eingebaute Türme, die im Innern liegen, bis zum Borgo hin, woselbst die nördliche Ecke der Stadt durch einen Turm (jetzt im Garten des Palazzo Nimira) markiert ist, von dem aus sich der Wehrgang wiederum verfolgen läßt. Der Umstand, daß von dem Palazzetto Nimira (s. später) die Stadtmauer so weit abgerückt ist, daß der Verteidiger sich zwischen beiden auf der Höhe der Mauer bewegen konnte, führt zu dem Schluß, daß die Befestigung aus gotischer Zeit stammt, denn in romanischer Zeit hätte man den Wehrgang durch die Gebäude hindurchgezogen. An der Nordseite ist das früher zweifellos vorhandene Tor, das vor der Calle di mezzo gestanden haben wird, die Porta Catene, vermutlich dem Verkehr zum Opfer gefallen. Von da läuft die Mauer stark steigend an der großen Rampentreppe (s. Bild 20) neben dem Palazzo Nimira entlang zu der gewaltigen Bastion Torre Gagliardi und erreicht bei der Kirchenruine S. Christoforo an der Nordwestecke der Stadt ihre größte Höhe in einem mächtigen Eckturm, der zugleich auf dem höchsten Punkte des ganzen Stadtgebietes steht (s. Bild 7).*) Die mit Efeu bedeckten Mauern erheben sich an der Landseite über die Baumkronen des anstoßenden Campo Marzio und bilden ein Landschaftsbild von überraschender Schönheit. Nicht minder schön ist der Blick rückwärts von der Bastion über den Palazzo Nimira hinweg über den Hafen und die Insel mit der Tignarossa im Hintergrund (s. Bild 21). An der Seeseite ersetzt das hohe steile Felsufer bis zu einem gewissen Grade die Befestigung, so daß vielfach die an den äußersten Rand der Felsen gerückten Mauern der Gebäude sie bilden und nur Zwischenstücke der Stadtmauer einzufügen waren. Durch den Wechsel von Gebäudemassen und niedrigen Mauern hoch über dem Meere, überragt von den vier Türmen der Kirchen ist die ungemein malerische Silhouette der Stadt bedingt, deren Anblick besonders in den Tönungen der untergehenden Sonne den verwöhntesten Geschmack stets von neuem entzückt (s. Bild 3, 5, 6, 7).

Bis vor kurzem befand sich noch an der Stelle des jetzigen Skontistenheims neben der Eufemia-Badeanstalt ein isoliertes Befestigungswerk, das Arsenal genannt, obwohl es als Arsenal für die Stadt wegen seiner Lage außerhalb und vor der landseitigen Angriffsfront derselben nicht gedient haben kann; es mag eine Burg gewesen sein. Bild 22**) gibt eine Ansicht des stattlichen Werkes, das ein bedauerliches Beispiel dafür ist, wie noch heute trotz aller Bestrebungen der Denkmalpflege und des Heimatschutzes ein umfangreiches, wenn auch in Ruinen liegendes Bauwerk vom Erdboden völlig verschwinden kann.

Welch eine reiche Fülle von sakralen und profanen Werken der Baukunst die Stadt Arbe noch enthält, überblickt man am besten bei einem Rundgang, den der

*) Bild 7. Phot. B. Reiffenstein-Wien.

**) Von Herrn Friedr. Morton freundlichst überlassen.

Stadtplan (Bild 4)*) einigermaßen vorzeichnet. Von den drei in der Längsrichtung der Stadt verlaufenden Hauptstraßen bietet die östliche, Calle di sotto, wenig bemerkenswerte Architekturen, aber an ihrem Nordende in dem Palazzetto Nimira (s. Bild 23) ein Prachtstück, wohl das hervorragendste von Arbe überhaupt. Die zweite, Calle di mezzo, ist die Verkehrsstraße der Stadt, die zwar wie alle übrigen Straßen und Gassen der Stadt ein dürftiges, uraltes Pflaster hat, aber mit anheimelnden Bauten aus der Venezianerzeit besetzt ist, die sich in vielfachem Wappenschmuck verrät. Die dritte Längsstraße, Calle di sopra führt unweit der Seeseite entlang an den meisten Kirchen vorüber und an ihren vier Türmen, welche die Höhe krönen. Zahlreiche enge und winklige Quergäßchen steigen nach der Seeseite steil hinauf, teils zwischen bewohnten Häusern, deren Portale den Einblick in malerische Höfe mit Freitreppe zum Obergeschoß und typischer Zisternenfassung oder in wohlgepflegte, mit Architekturstücken geschmückte blühende Gärten gestatten, teils zwischen verlassenen Ruinen, deren altersgraues Gemäuer sich aus dem wuchernden Grün einer üppigen Vegetation überall hervorstiehlt, zahllose Bilder von höchstem malerischen Reiz auf kleinster Fläche darbietend.

Man geht zweckmäßig vom Hafenplatz aus (Bild 24), dessen italienischer Charakter schon bei der Einfahrt überraschte, wo gegenüber dem venezianischen Fort (Bild 9, 18) die Seite bis zur Ecke der Riva von drei zusammenhängenden Gebäuden eingenommen wird, unter denen das mittlere durch den von Markuslöwen getragenen und gezierten Balkon über dem Portal auffällt. An dem Eckturm des Palazzo del Conte (s. Bild 19) in enger Gasse vorüberschreitend, welche den in Bild 25 wiedergegebenen Rückblick gestattet, gelangt man durch die mit bescheidenem Glockenturm überbaute und gleichfalls mit dem Markuslöwen gewappnete enge Porta marina (s. Bild 26) in die Calle di mezzo bei der Loggia (s. Bild 27), die sicher nicht römischen Ursprungs ist, wie so oft irrtümlich behauptet wird, und bei der kleinen Kirche S. Nicolo. Wendet man sich rechts hinauf, so bietet die Calle di mezzo überall Spuren vergangener Herrlichkeit, die sich fortgesetzt zu wechselnden Bildern vereinigen. Hier beachtenswerte Fenster und Portale, dort ein schöner Balkon, hier Konsolen für Blumenbänke unter den Fenstern, dort Wappenschilder, in deren Schmuck sich der Markuslöwe auffällig oft wiederholt; hier überspannt ein Bogen die enge Passage und rahmt das folgende Straßenbild vorteilhaft ein, dort blickt man in ein malerisches Seitengäßchen oder durch das Tor eines Hauses über den Hof mit der typischen Freitreppe und Terrasse hinauf in das blühende Buschwerk des Gartens. Bei dem schmucklosen Kirchlein S. Antonio Piccolo öffnet sich nach rechts der entzückende Blick auf den Palazzetto Nimira (s. Bild 23), und weiter auf den zugehörigen Garten, vor dem der große Palazzo des alten Adelsgeschlechtes Dominis (s. Bild 28), später Nimira, liegt unweit der ehemaligen Porta Catene. Folgt man nun auf der großen Rampentreppe (s. Bild 20) links hinaufsteigend dem Zuge der alten Stadtmauer, so erreicht man oberhalb Torre Gagliardi bei der verfallenen Christoforo-Kirche und der Villa Eufemia die Calle di sopra, die zwar wenig Verkehr, aber desto mehr schöne Straßenbilder aufzuweisen hat. Rechts liegt die Vescovata, die Ruine des alten Bischofssitzes, und gegenüber das reizende Wohnhaus, wohl das schönste in Arbe (s. Bild 29) mit dem prächtigen Renaissancefenster über dem reichgeschmückten Blumensims im Oberstock. Rechts folgt hinter einer Terrasse die gewaltige Trümmerstätte von S. Giovanni Battista und unmittelbar anschließend das bescheidene Kirchlein S. Croce (s. Bild 30), neben dem im Hintergrunde der Campanile des Doms erscheint. Wo sich die Straße zu einem kleinen Platz erweitert (s. Bild 31), mit dem Ausblick auf das Meer, liegt die Kirche S. Giustina (s. Bild 32), deren Turm mit geschweifter Steinhaube seit kurzem zu der märchenhaft schön gelegenen Villa Wolf den Zugang bildet; gegenüber ein mächtiger, durch wiederholten Umbau allerdings etwas beeinträchtigter Palazzo, dessen Ecke ein Schild mit dem Markuslöwen ziert. Auch in den von hier abzweigenden Seitengäßchen sieht man wappen-

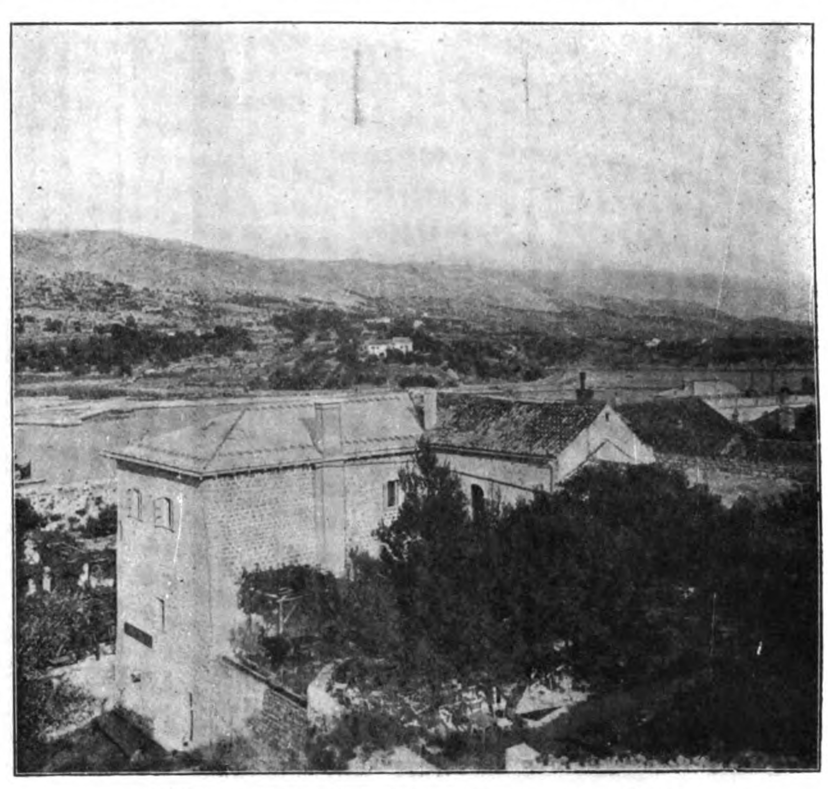


Bild 21. *Blick auf Palazzo Nimira und den Hafen.*

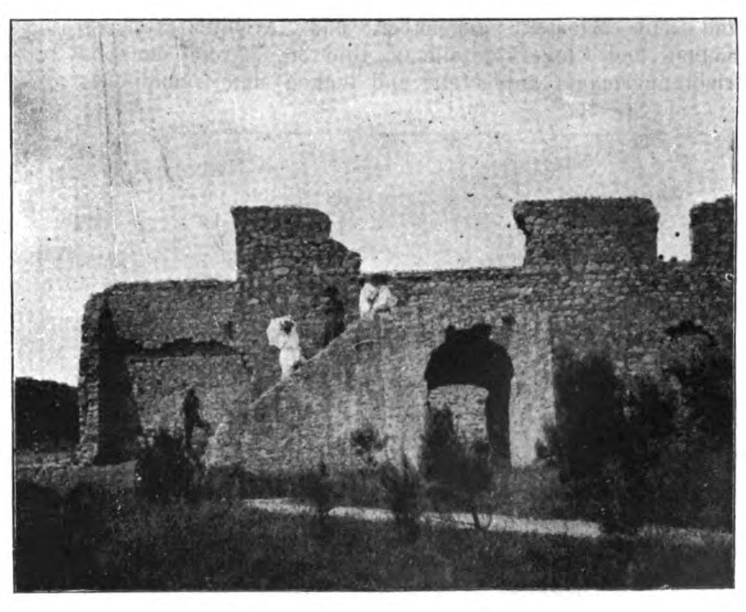


Bild 22. *Das sogenannte Arsenal.*

*) Die schraffierten Teile in der Stadt sind im Besitz der Gesellschaft „See- und Kuranstalten Insel Arbe", die an den schraffierten Uferstrichen gewisse Badegerechtsame erworben hat.

geschmückte Patrizierhäuser (s. Bild 33, 34). Weiter in der Calle di sopra liegt rechts das Benediktiner-Nonnenkloster S. Andrea; Bild 35 zeigt den Eingang zur Kirche

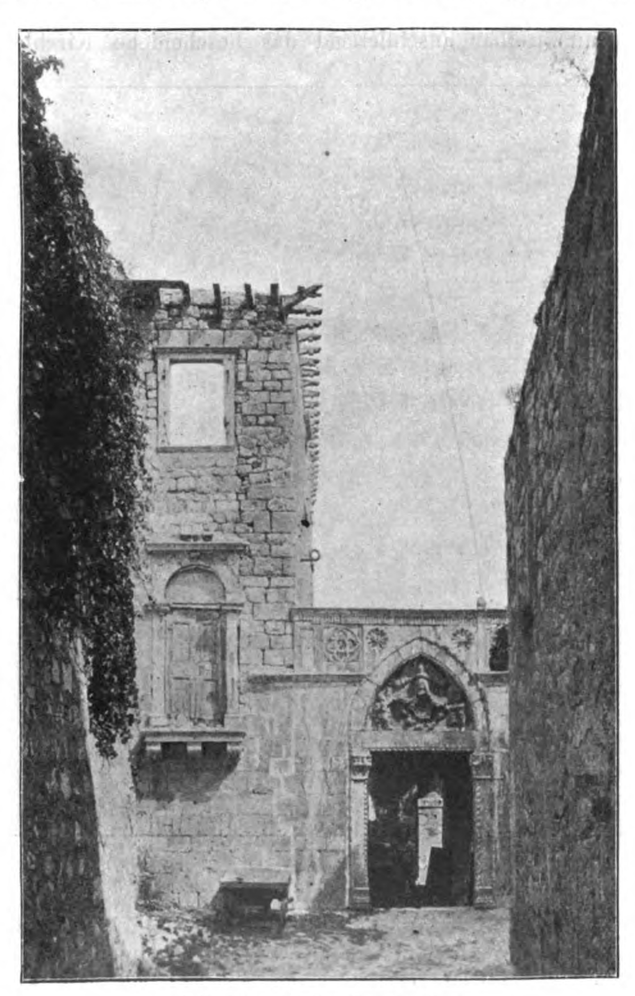


Bild 23. *Palazetto Nimira.*

und zum Kloster; gegenüber sind Architekturstücke, Säulen- und Pfeilerkapitelle (s. Bild 36, 37) auf der Einfriedigungsmauer aufgestellt und lenken den freundlichen



Bild 24. *Hafenplatz.*

Blick in den wohlgepflegten Garten eines Privathauses. Wendet man sich hier durch Nebengäßchen links abwärts, so gelangt man an verfallenen und verlassenen Häusern vorüber zu der versteckt liegenden, jetzt als Schmiede

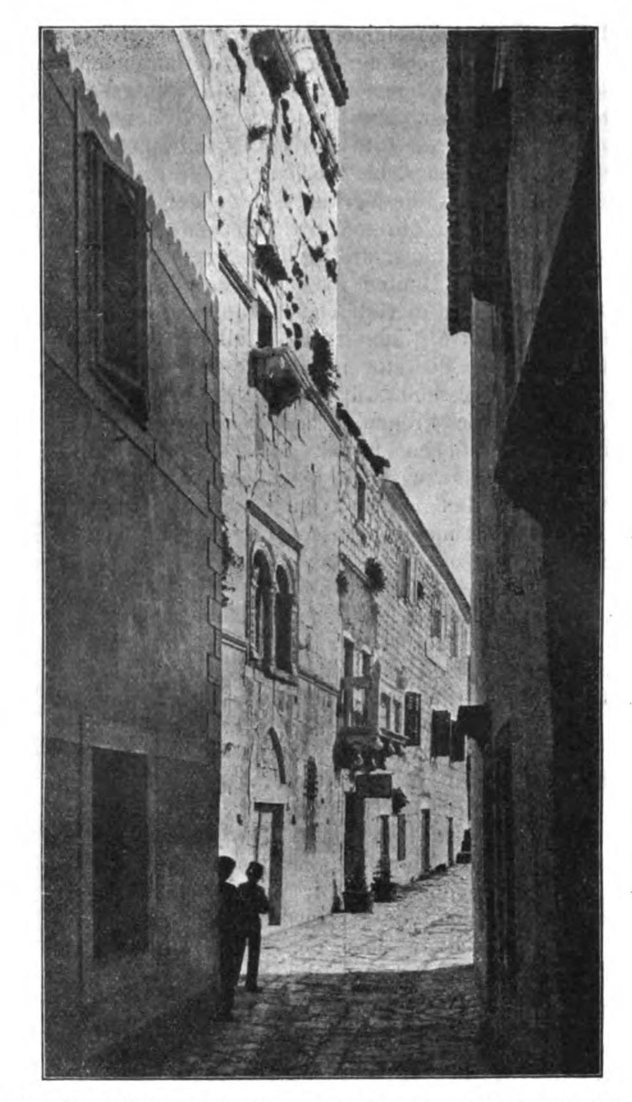


Bild 25. *Blick aus der Porta marina zum Palazzo del Conte.*

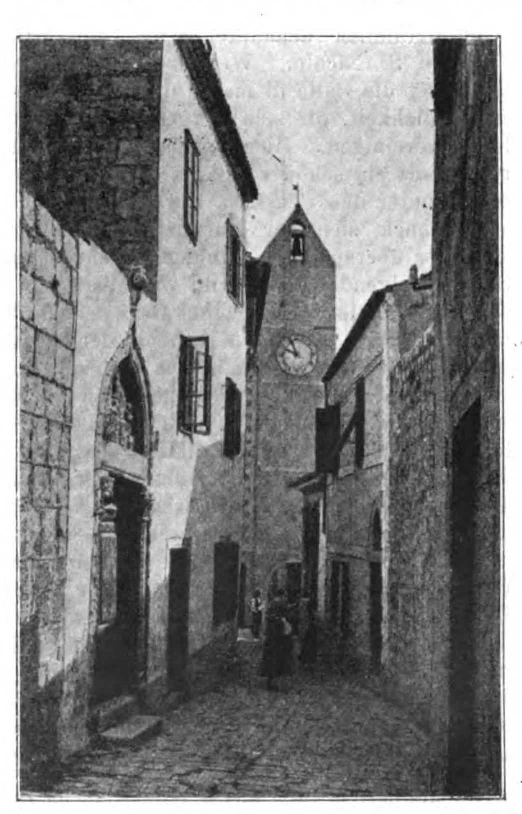


Bild 26. *Porta marina.*

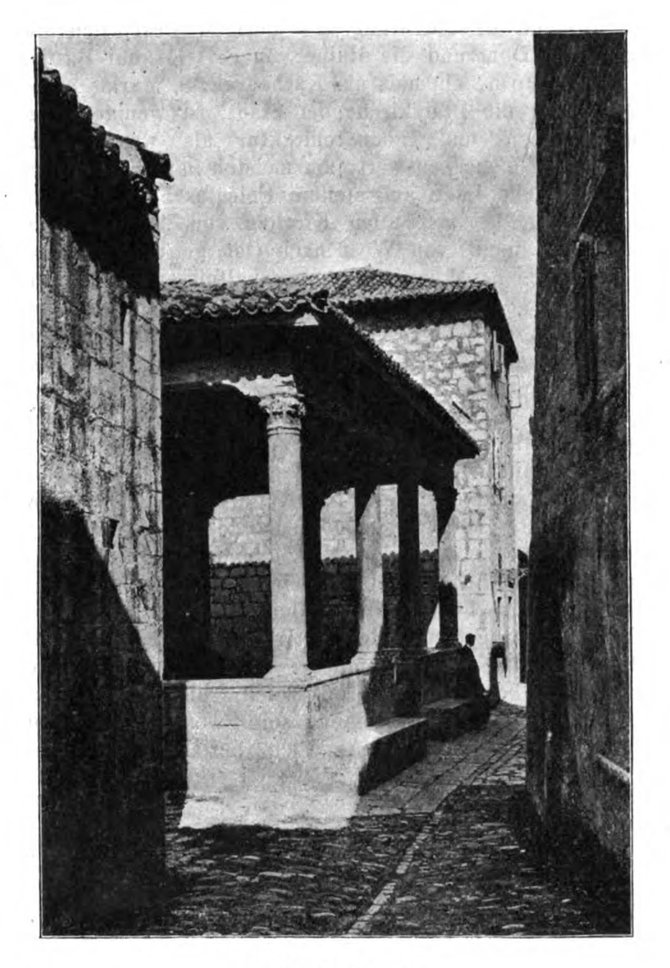


Bild 27. *Loggia.*

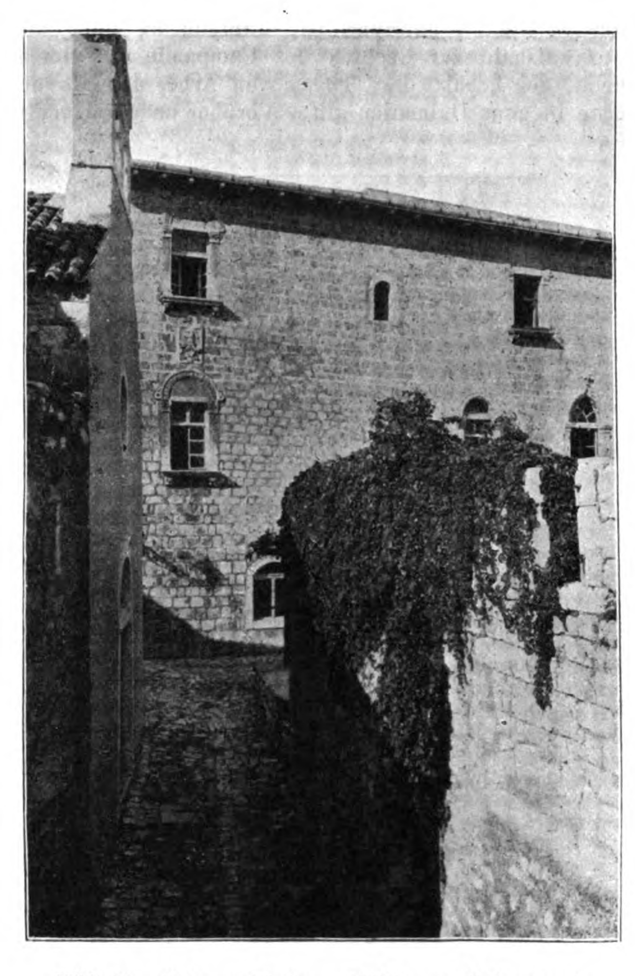


Bild 28. *Palazzo Nimira. (Blick vom Palazzetto.)*

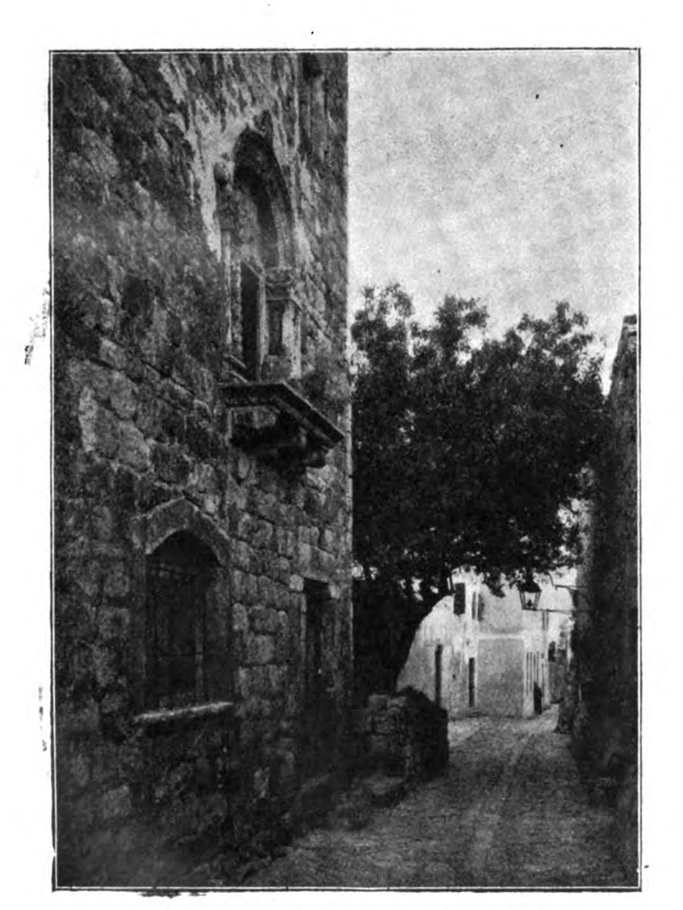


Bild 29. *Haus in der Calle di Sopra.*

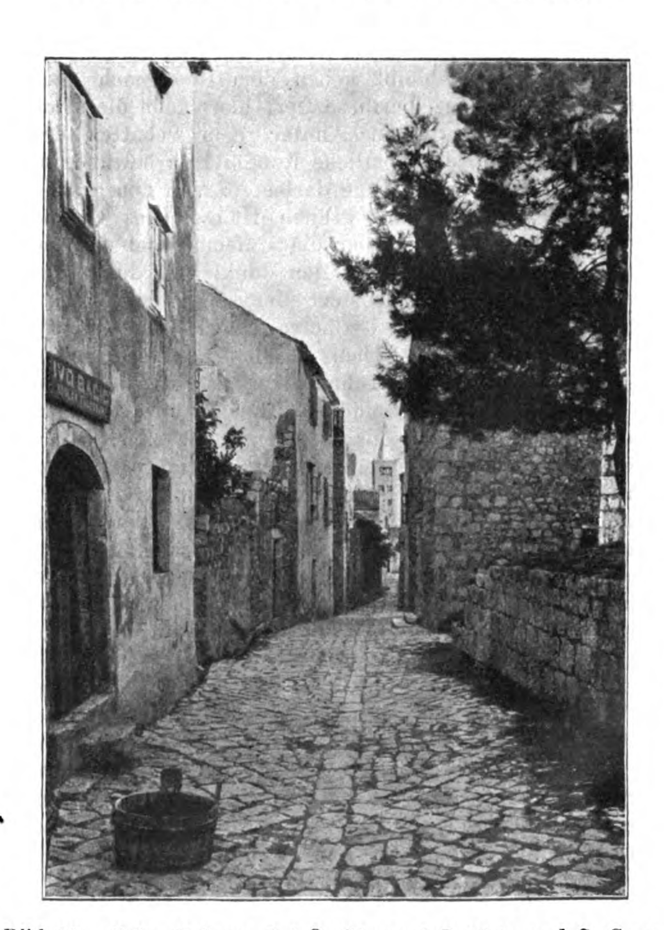


Bild 30. *Calle di Sopra bei S. Giovanni Battista und S. Croce.*

eingerichteten Kapelle S. Marino, deren Altar nach dem Kloster S. Andrea überführt ist, während an der Calle di sopra alsbald zur Rechten der Campanile des Domes erscheint, der höchste der Türme von Arbe, der als der schönste in ganz Dalmatien gilt. Vorüber an der Kapelle



Bild 31. *Calle di Sopra.*

S. Rocco — nach anderer Angabe S. Christoforo — und an dem als Bahrenkammer dienenden kleinen Eckbau (s. Bild 15), führt die Hauptstraße auf den Domplatz, von wo man den imposanten Rückblick genießt (s. Bild 38).

An der Seeseite bleibt neben dem Dom hoch über dem felsigen Ufer eine Terrasse frei; hier laden die alten Steinbänke längs des Domes unter dem Schatten der Bäume zur Rast ein, das köstliche Rundbild zu bewundern, das sich dem entzückten Auge darbietet: Von den grauen Mauern der Stadt und den grünen Hängen des Campo Marzio schweift der Blick über die Eufemiabucht und die Halbinsel Fracagno hinüber zu den dunklen Wäldern der Insel und weit über das blaue Meer hinaus, wo am Horizont der Monte Ossero die Insel Cherso bekrönt und weiter nach Süden hinter den flachen Scoglien Laganj, Dolfin, Trstenik die Insel Lussin erscheint, zurück über die Inseln Pago und Dolin, bis das freundliche Gemäuer des Klosters S. Andrea nach Südosten das Bild begrenzt, gleich schön im Sonnenglanz wie bei Sternenschein, wenn der Mond glitzernd die gekräuselte Meeresfläche vergoldet. — Unser Weg geht hinter dem Dom zum Franziskaner-Frauenkloster S. Antonio, das die Südspitze der Stadt einnimmt, und wendet sich nordwärts zum Hafen hinab, beiderseits zwischen verfallenen Häusern und noch nicht wieder ausgebauten Ruinen, die aus Gartenflächen hervorlugen, bis an der malerischen Ruine der Kapelle S. Catarina (s. Bild 39) die Straße wieder in der für Arbe so charakteristischen Gestalt erscheint (s. Bild 40) und am Bezirksgericht und am Sommerhaus des Finanzprokurators vorüber auf den Hafenplatz führt. — Lohnend ist der kurze Weg von der Porta Catene durch den Campo Marzio nach der Klosterruine S. Francesco al Cimetero, deren verlassene Mauern prächtige Ecken und Winkel von höchstem malerischen Reiz umschließen (s. Bild 41) und in weltabgeschiedener Ruhe auf eine üppige Landschaft hinabschauen.

Unter den kirchlichen Bauten von Arbe finden sich zwei, welche an Bedeutung alle übrigen wesentlich überragen, der Dom und die Ruine von S. Giovanni Battista.

Der Dom, ehemals als Kathedrale S. Mariae erbaut, gegenwärtig die Pfarrkirche der Stadt, ist weniger wegen seiner Außen- und Innenarchitektur als wegen seiner Ausstattung bemerkenswert; am meisten imponiert er durch seine herrliche Lage auf steilem Felsufer hoch über dem Meere. Wie bei fast allen Kirchen von Arbe ist seine Längsachse nicht von West nach Ost gerichtet, sondern paßt sich bei den knappen Raumverhältnissen der Richtung der großen Straßenzüge an, die mehr von Nord nach Süd (richtiger NNW—SSO) verlaufen. (Zwei Kirchen liegen senkrecht zu dieser Richtung: S. Croce hat den Chor nach Südwesten und die Kapelle S. Christoforo nach Nordosten). Ursprünglich war die Domkirche eine dreischiffige Säulenbasilika mit halbrunden Apsiden — nur die Apsis des Mittelschiffs ist außen polygonal geschlossen — (s. Bild 42) und entsprach im Grundriß genau der Kirche des im Jahre 1062 gegründeten Klosters S. Pietro in Valle (s. später), die zwar etwas kleiner ist, aber dasselbe Verhältnis der Schiffsbreiten zueinander aufweist wie der Dom in Arbe; beide Kirchen haben in jeder Arkadenreihe fünf Säulen mit gleichartigen altertümlichen Kapitellen. Es ist daher ziemlich wahrscheinlich, daß der Dom von Arbe aus annähernd gleich früher Zeit stammt, und damit würde es vereinbar sein, wenn Farlati*) uns auf Grund urkundlicher Angaben berichtet, daß unter

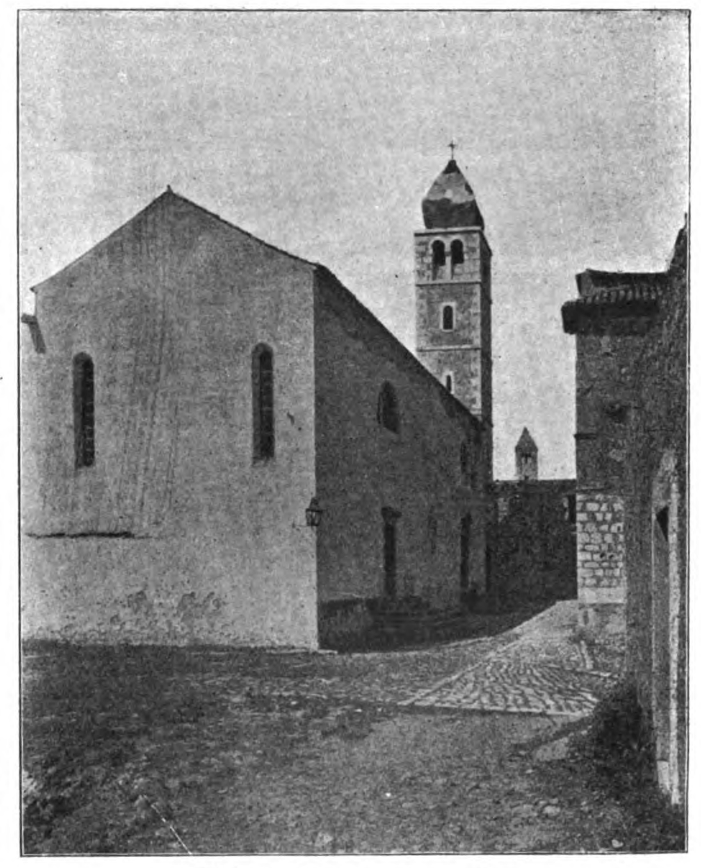


Bild 32. *Platz von S. Giustina.*

Bischof Jordanus im Jahre 1237 die alte Domkirche baufällig geworden war und einer gründlichen Wiederherstellung bedurfte, die zu einem Streit zwischen dem Bischof, der Geistlichkeit und dem Conte führte, weil gegen den Willen des Bischofs Mittel aus einer Schenkung zugunsten einer anderen Kirche herangezogen waren. Nach Jordanus Tode (1239) vollendete sein Nachfolger

*) Farlati a. a. O.

Bischof Gregorius (de Hermolais) die Renovation, der jedoch im Laufe der Jahrhunderte noch manche Veränderungen gefolgt sind, welche schließlich den ursprünglichen Charakter dieses eigenartigen Baudenkmals völlig verwischt haben. An der Nordseite — wenn man den Chor nach Osten rechnet — sind eine große Sakristei,

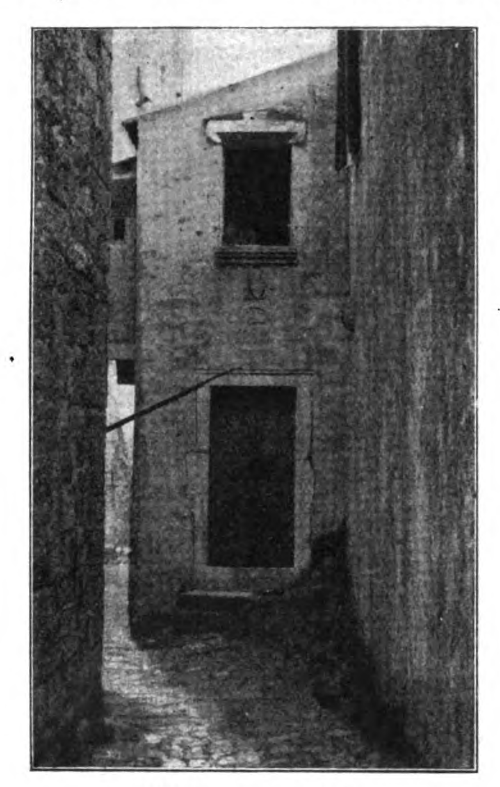


Bild 33. *Seitengäßchen.*

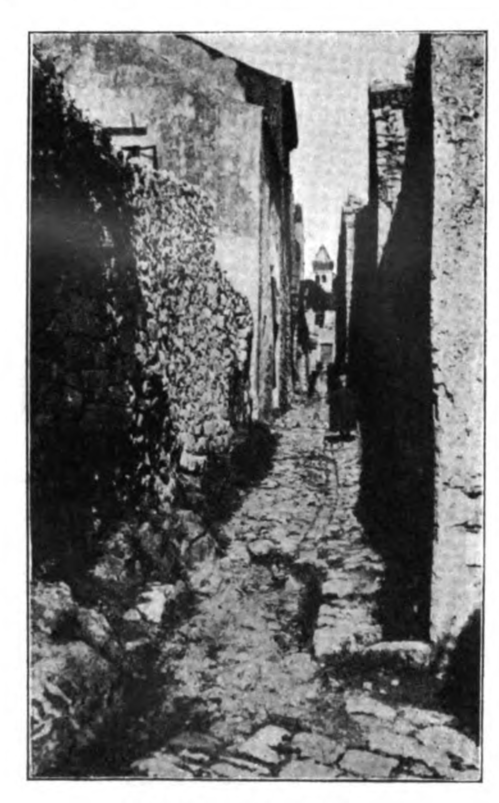


Bild 34. *Seitengäßchen.*

eine Kapelle mit dem Taufstein und eine größere Kapelle aus der Renaissancezeit ohne Rücksicht auf achsialen Anschluß angebaut; vor dem südlichen Nebenschiff ist die halbrunde Apsis in eine rechteckige verwandelt worden. Der Giebel der Westseite, aus sauberen Kalksteinquadern erbaut, erhielt 1438 oben ein neues einfaches romanisches Rundfenster mit der Inschrift:

ANNO. DNI. MCCCCXXXVIII. | TPRE. DOMINI. LVCE. VIARE. | COT.

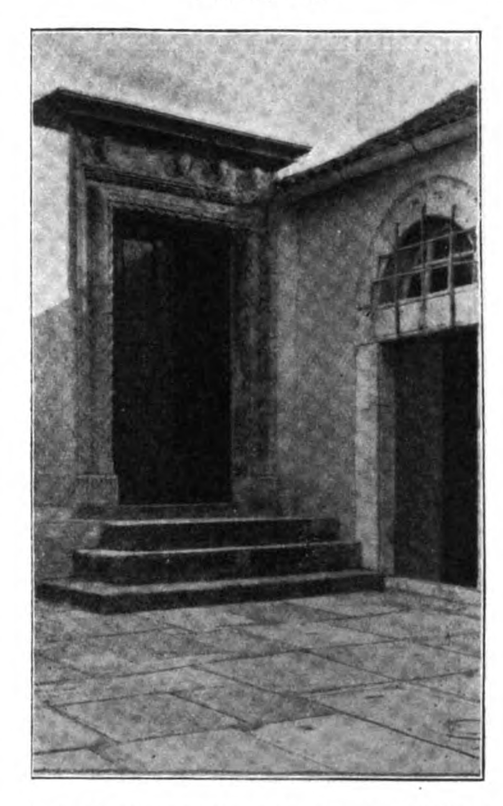


Bild 35. *Vor Kirche und Kloster S. Andrea.*



Bild 36. *An der Calle di Sopra.*

vermutlich nur als Ersatz des abgängigen Fensters. Die untere Wandfläche wurde nachträglich in Blendarkaden aufgelöst, zwei Reihen übereinander (s. Bild 43), leider

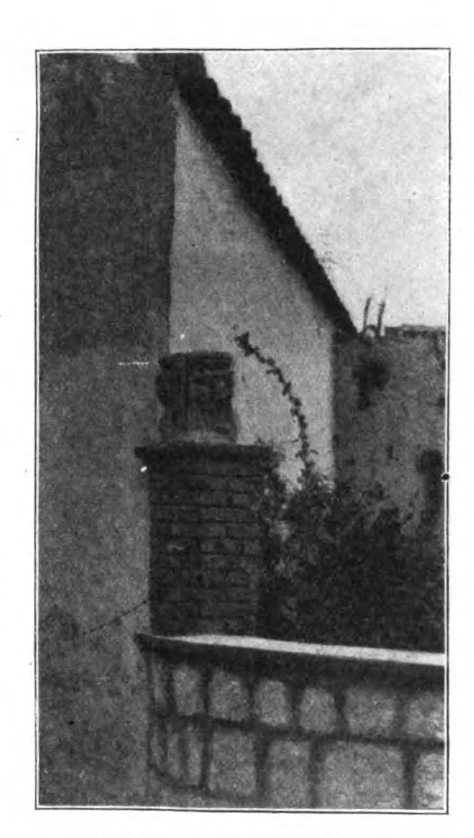


Bild 37. *An der Calle di sopra.*

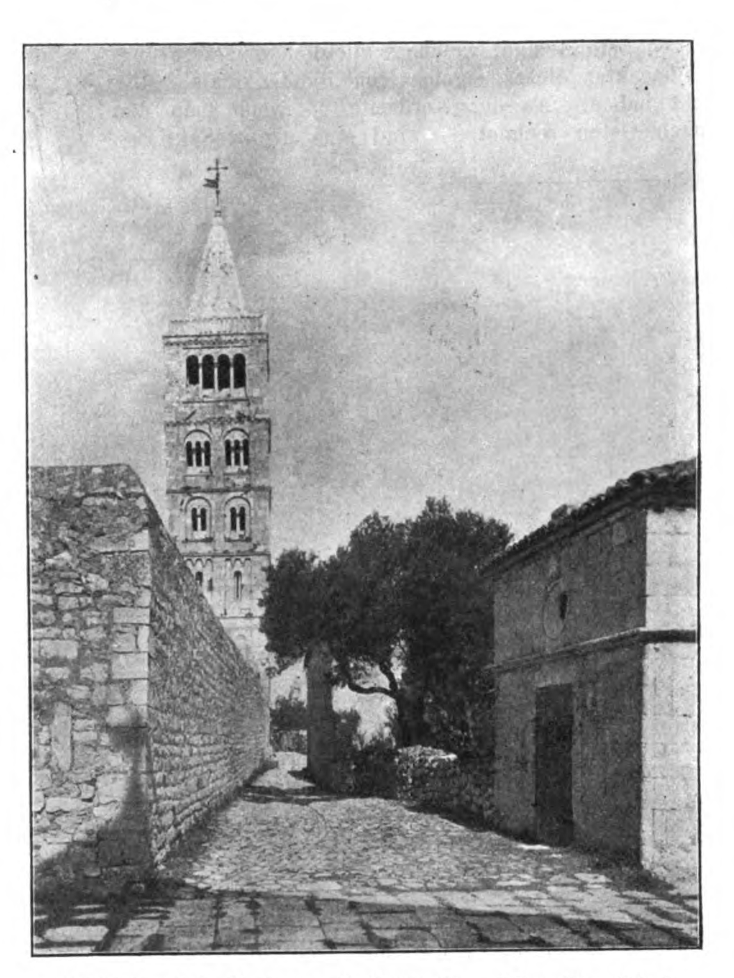


Bild 38. *Calle di sopra mit Campanile (Vom Domplatz.)*

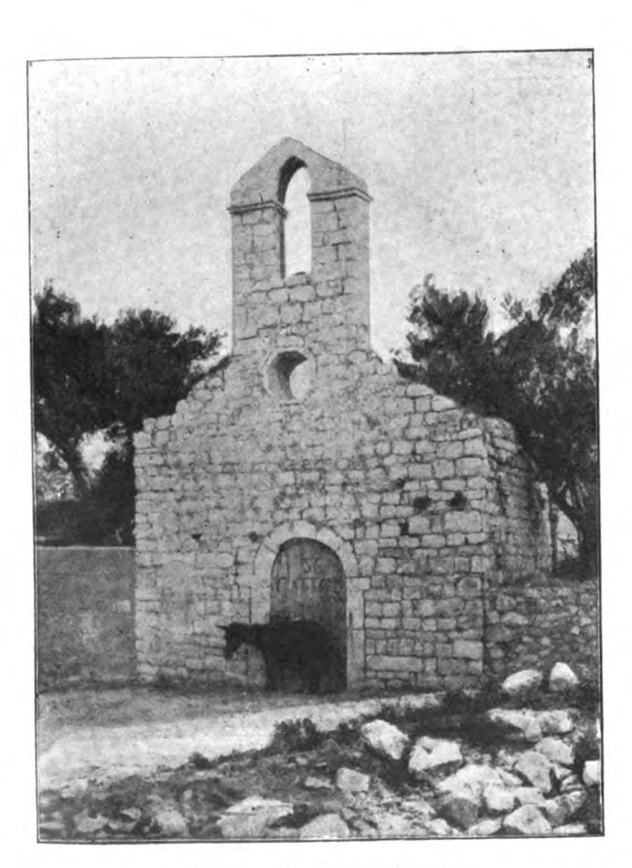


Bild 39. *Kapelle S. Catarina.*

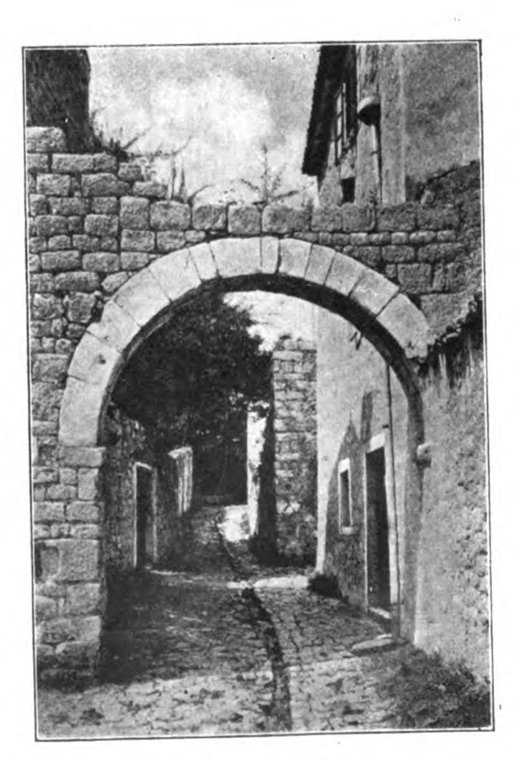


Bild 40. *Straßenbild.*

wenig solide in Putzbau, vielleicht in derselben Zeit als das jetzige Portal eingesetzt wurde. Der Wechsel des Materials gibt der Vermutung Raum, daß ursprünglich vor dem Dom ein Atrium vorhanden war, das den jetzigen

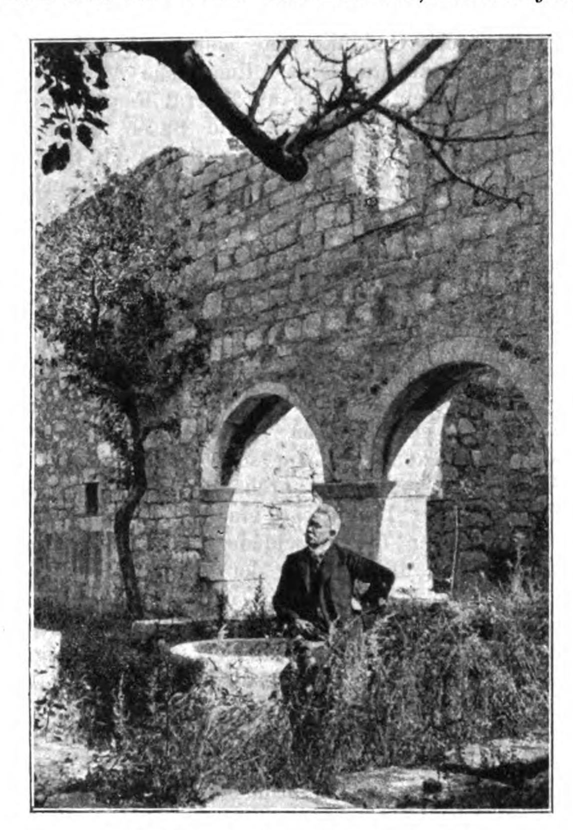


Bild 41. *Im Kloster S. Francesco.*

Domplatz umfaßte und sich mit einer Halle an den Dom anlehnte. Das schlichte Renaissanceportal aus dem Jahre 1490 trägt die Inschrift:

ETERNI. REGIS. SUM. LAUDI. | ET VIRGINIS. ALME.||PRESULE. MALUMBRA. ZANTANO. | PRESIDE. CALBE || QUESTORE. | IMPENSA. FRANCISCI. STRUCTA. | NIMIRE. || MCCCCLXXXX.

und enthält über der Tür eine Pietà, die man wegen ihrer ältlichen Auffassung für früher halten würde, wenn nicht den Hintergrund bereits die Muscheldekoration zierte. Ein ungleich älteres schlichtes halbrundes Tympanon, das vielleicht dem romanischen Portal angehört hat, befindet sich jetzt vor der Südwestecke des Domes in der Abschlußmauer über den Treppenstufen. An der Südseite zieht sich eine Steinbank entlang zum Zeichen, daß man auch in alten Zeiten diesen köstlichen Sitzplatz zu schätzen wußte. Sonst ist der Bau außen völlig schmucklos; nur an der Nordseite befindet sich über der Tür bei R des Grundrisses ein bemerkenswertes Relief aus weißem Marmor, darstellend den thronenden Christus, wie er die rechte Hand zum Segen erhebt, die linke auf das Buch gestützt (s. Bild 44), das Ganze umrahmt von einer flachprofilierten Leiste mit Akanthusblättern in der Auffassung der altchristlichen Zeit.

Die Platte ist zwar zersplittert, das Bildwerk darauf aber leidlich gut erhalten. Für welchen Platz sie gearbeitet ist, läßt sich nicht feststellen; an die jetzige Stelle ist sie jedenfalls verschleppt und hinübergerettet.

Das Innere der Domkirche (s. Bild 45) hat sich ganz wesentlich verändert. Ursprünglich mit Holzdecke oder mit offenem Dachstuhl gedeckt, ist jetzt ein Scheingewölbe eingezogen, eine gedrückte Tonne mit Stichkappen über den Fenstern und bescheidenen Stuckreliefs, in der Mitte einen Christophorus darstellend. In das Mittelschiff ist ziemlich unorganisch ein hoher Chor eingebaut, zu dem sechs geschweifte Stufen 1,05 m hoch hinaufführen; daselbst befindet sich das alte Chorgestühl mit 32 Plätzen für die Geistlichkeit. Drei Stufen höher liegt das Podium, auf welchem um eine weitere Stufe erhöht der Ciborienaltar und an der Südseite der Bischofssitz aufgestellt sind. In der Apsis des Mittelschiffes ist noch die alte Steinbank der Kleriker erhalten, aber der Bischofssitz in der Mitte und darüber das Fenster sind durch einen späten unbedeutenden Altar überbaut. In den Seitenschiffen ist der Fußboden der östlichen Joche ebenfalls um fünf bzw. sechs Stufen höher gelegt. Zu bedauern ist es, daß der interessante Raum nicht durch Farbe zusammengestimmt ist; jetzt ist er schlicht weiß getüncht und wirkt kalt.

Die Säulen der Arkaden zwischen dem Mittelschiff und den Seitenschiffen stammen ohne Zweifel noch aus dem ersten Bau und erregen durch die Form ihrer Kapitelle, die alle verschieden, alle mehr oder weniger roh und unfertig und offenbar nicht für diesen Bau angefertigt sind, unsere Aufmerksamkeit; sie tragen noch wulstartig ausladende Kämpfersteine, denen in jüngster Zeit ein Holzgesims gegeben ist (s. Bild 45, 47, 50, 52). Die Kapitelle haben ganz den Charakter, wie er sich sonst auf Arbe findet, sowohl in der Stadt, z. B. in S. Giustina, oder wie auch in S. Pietro in Valle. Das Blattwerk ist

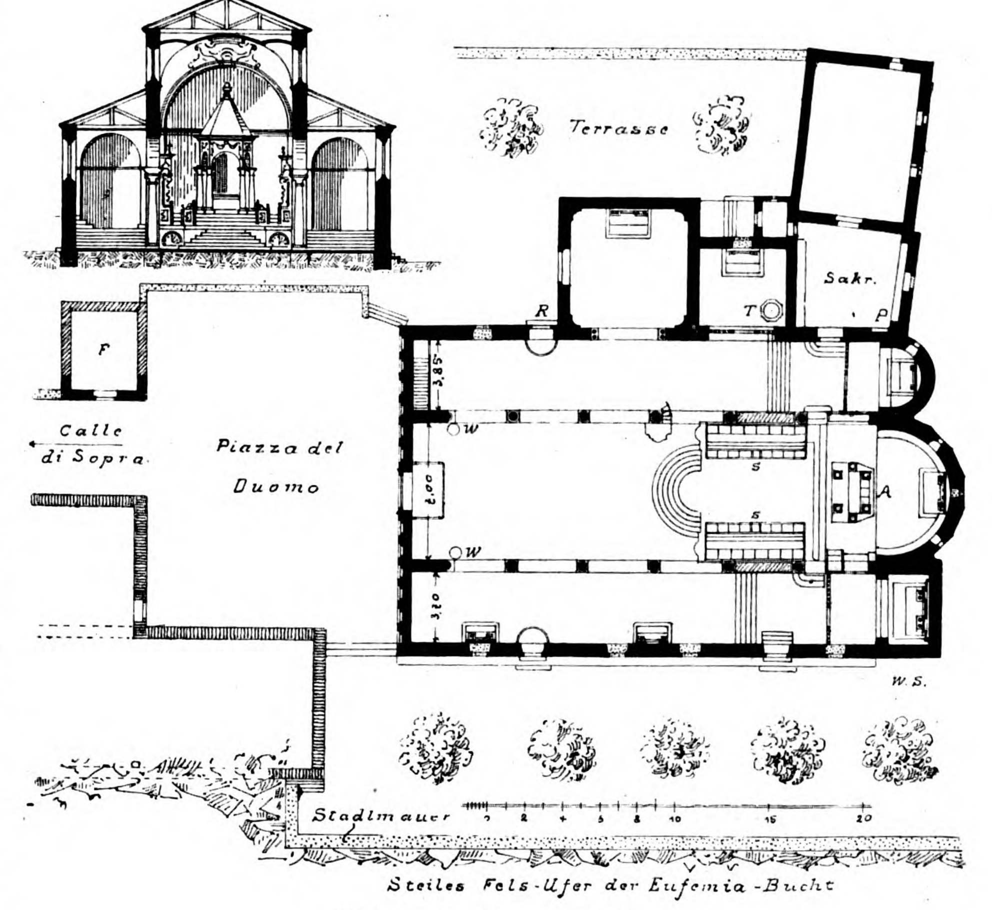


Bild 42. *Domkirche S. Mariae.*

meist eine mißverstandene Nachbildung von antikem Akanthus in schlecht handwerksmäßiger Ausführung; die Voluten sind nicht besser, teils zu groß, teils zu klein oder ganz verkümmert. Wir haben es hier mit Architekturstücken zu tun, die weder vom Architekten inspiriert,



Bild 43. *Portal der Domkirche.*

noch vom geschulten Kunsthandwerker gearbeitet, sondern vom gewöhnlichen Arbeiter als fabrikmäßige Vorratsware verständnislos und roh zugehauen sind. Diese Erscheinung erklärt sich dadurch*), daß nach Diokletian



Bild 44. *Relief am Dom.*

infolge der schweren, wechselvollen politischen Zustände in Dalmatien die Bautätigkeit zur Ruhe verdammt war, bis erst um die Mitte des 7. Jahrhunderts friedlichere Zeiten kamen und die Baukunst sich wieder regen konnte.

*) C. M. Jveković, k. k. Baurat. Die Entwickelung der mittelalterlichen Baukunst in Dalmatien. Wien 1910. Anton Schroll & Co.

Inzwischen blieben notgedrungen die Steinmetze besonders in den Brüchen auf den von den Kriegswirren mehr verschont gebliebenen Inseln an der Arbeit. Dabei konnte die Handwerkstechnik sich durch Ueberlieferung von Generation zu Generation wohl leidlich übertragen, aber der künstlerische Gedanke ging mehr und mehr verloren, und das Resultat war eine allmähliche Verrohung der Kunstformen. Man arbeitete auf Vorrat Fenster- und Türgewände, für Säulen-Kapitelle und Basen, Gesimse usw. in verschiedenen Größen und schaffte sie zu Schiff nach den Hafenplätzen, wo der Baulustige sich aussuchte und verwendete, so gut oder schlecht ihm für seinen Fall etwas zu passen schien — und oft genug paßte es eben nicht! In den Brüchen der Insel Brazza (gegenüber Spalato) war eine blühende Stätte für architektonische Fabrikware, und von der Insel Curzola wurde ein derartiger Handel mit Steinmetzwaren noch um die Mitte des 19. Jahrhunderts betrieben und selbst bis nach Konstantinopel ausgedehnt. Unsere Bilder (36, 45, 47, 52, 59) enthalten einige Beispiele von so entstandenen Kapitellen, Bild 45 nebeneinander zwei Exemplare von sehr verschiedenem Werte.

Von hervorragendem archäologischen Interesse ist der Hochaltar der Domkirche, ein Ciborienaltar, der aus Architekturstücken der verschiedensten Zeiten zusammengesetzt ist (Bild 46). Ueber der Mensa, deren Rückseite 10 cm stark von Holz mit dem obenerwähnten römischen Gesimsstück (A in Bild 42) abgedeckt ist, erhebt sich auf einer quadratischen, nach hinten abgeeckten Stufenplatte ein Baldachin von sechs streifigen Marmorsäulen, Basen und Kapitelle aus weißem Marmor (s. Bild 47). Die Basen ruhen auf quadratischen Sockelsteinen und sind schon mit dem Eckblatt versehen; die Kapitelle sind einheitlich geformt und tragen den Akanthusblattschmuck, kerbschnittmäßig gearbeitet, wie er zu altchristlicher Zeit unter byzantinischem Einfluß entstanden sein kann, aber auch in der venezianischen Kunst um das Jahr 1500 sich wiederfindet. Die Säulen sind durch Bögen verbunden, welche aus Steinplatten geschnitten sind, und zwar sind die vorderen drei Platten von den drei hinteren Platten leicht zu unterscheiden. Die vorderen Platten gehören zusammen und sind 17 cm stark, in Weise der Renaissance mit Laubgewinden geschmückt, die Laibungen in dekorierte Kassetten aufgelöst (s. Bild 48 links); die drei hinteren Platten dagegen sind nur 9 cm stark und zeigen neben den bekannten verschlungenen Bandornamenten in ziemlich rohem Relief den Kranz, das Kreuz, das Lamm, den Pfau und andere Vögel, in der Fassung und Haltung, wie sie unter karolingisch-lombardischem Einfluß um das Jahr 800 geschaffen und überall an den adriatischen Küsten zu finden sind (s. Bild 48, 49). Da frühchristliche Baudenkmäler in Arbe sonst nicht bekannt sind, und kein Beweis dafür besteht, daß der Dom vor der großen Renovation von 1237—1239 aus byzantinischer Zeit stammte, dürften diese alten Architekturstücke von anderer Stelle hierher verschleppt sein. Zu beachten ist noch, daß die Bogenstücke für die Stellung der Säulen zu klein sind. Vermutlich ergab sich bei Aufstellung des Baldachins, daß der Raum zwischen den Säulen für den amtierenden Geistlichen zu eng war; man rückte sie deshalb soweit wie möglich auseinander und erreichte trotzdem nur ca. 1,57 m Abstand, obwohl die Bogensteine nur noch an der Kante aufsitzen (s. Bild 49). Ueber dem einfachen Abschlußgesims erhebt sich eine achtseitige Steinpyramide, die in einen blättergeschmückten Knauf ausläuft. Wann der Baldachin errichtet ist, läßt sich bei der Verschiedenartigkeit der Teile nicht entscheiden.

In wesentlich anderem Sinne als der Altar muß das alte Chorgestühl unser Interesse erregen, weil es eine einheitliche Arbeit der Holzschnitzkunst bildet und durch die an dem Kopfstück der Südseite angebrachte Jahreszahl 1445 sicher datiert ist. Das Eichenholzwerk ist im

allgemeinen sehr wohl erhalten, nur die Fialen und die figürlichen Bekrönungen, die leider durch gedrechselte Spitzen ersetzt wurden, sind verloren gegangen, aber nach analogen Arbeiten zu rekonstruieren. Das Gestühl enthält auf jeder Seite 16 Plätze in zwei Reihen, zusammen 32 Plätze; in der Mitte jeder vorderen Reihe ist ein Schränkchen eingebaut (s. Bild 50). Die hintere Reihe lehnt sich an eine geschlossene hohe Rückwand mit reich geschnitzten Rautenfüllungen (s. Bild 51); die Sitze sind vermittels durchbrochenen Rankenwerks, das in jedem Felde oben und unten je ein Brustbild (zweiseitig) enthält, voneinander getrennt, während die beiden westlichen Kopfstücke mit einer ganzen Figur ausgestattet sind (s. Bild 52, 53). Oberhalb der Sitze kragt sich über tiefen Muscheln von starkem Relief eine ungemein reiche Bekrönung von gekröpften und geschweiften Wimpergen vor, zwischen denen in kleinen Nischen zierliche, ehemals vergoldete Figürchen stehen, überragt von einer schlanken Fiale; die Wimperge endigen mit je einem farbigen, teilweis vergoldeten Brustbild eines bärtigen Mannes, der ein Spruchband trägt, und lassen hinter sich ein üppiges Blattwerk hervorsprießen, das wie ein Federbusch wirkt (s. Bild 54). An der Nordseite steht gegenüber dem Altar der Bischofsstuhl, an dem die ursprüngliche Fiale noch erkennbar ist, daneben eine überbaute Bank (s. Bild 47). Im Westen hat das Chorgestühl Zugänge, die durch schmiedeeiserne Gitter gegen das tieferliegende Mittelschiff gesichert sind (s. Bild 46).

Selbst wenn diese Chorstühle nicht die Jahreszahl trügen, würden sie gut zu datieren sein; das Vorkommen der Renaissancemuschel neben den gotischen Wimpergen weist sie in die äußerste spätgotische Uebergangszeit. Nach ihrem Gesamtcharakter wie nach der Behandlung des Details lehnen sie sich stark an venezianische Chorstühle an, ohne jedoch wirkliche venezianische Arbeiten zu sein, von denen sie durch künstlerische Feinheit doch noch übertroffen werden. Obwohl mit schwungvoller Verve entworfen, verrät die Ausführung bis zum gewissen Grade eine provinzielle Derbheit, und für die Herkunft ist es bezeichnend, daß Chorstühle ganz gleicher Art sich in Dalmatien noch mehrere finden, z. B. im Dom von Zara und Traù, die denen von Arbe zum Verwechseln ähnlich sind. Bild 55 stellt das Chorgestühl in Zara dar; es entspricht dem von Arbe so genau, daß man die hier fehlenden Teile nach den dortigen mit größter Sicherheit ergänzen kann. Ob noch weitere Exemplare dieses selben Gestühls an anderen Stellen existieren, mag dahingestellt bleiben; jedenfalls läßt schon das Vorkommen von drei ganz gleichartigen Stücken, die mit nur unwesentlichen Aenderungen offenbar nach ein und demselben Modell oder Entwurf eines künstlerisch empfindenden Meisters hergestellt sind, auf die Herkunft aus einer Werkstatt schließen, die für Kirchenausstattungen arbeitete im Sinne und unter dem Einfluß der venezianischen Kunst, ohne in Venedig selbst belegen zu sein. Wer der Meister dieser hervorragenden Arbeit war, läßt sich nur vermuten; aber man darf daran erinnern, daß noch vor wenigen Jahrzehnten in der Ruine der Kirche S. Giovanni Battista ein in Holz geschnitzter gotischer Altar zu Ehren der Heiligen Hieronymus und Nikolaus stand, den laut Inschrift magister Andreas Alecxi de Durachio 1454 angefertigt hat. Dieser aus Dyrrhachium stammende Meister, der in einer arbesischen Urkunde von 1462 lapicida und civis et habitator Spalati genannt wird und für den Dom in Traù 1466 Bildwerke in Stein gefertigt hat, dem laut Urkunde des Jahres 1477 in Spalato ein Haus übergeben wurde, ist wahrscheinlich identisch mit dem Andreas Nicolai de Durachio lapicida, der schon 1448 für den Dom von Sebenico arbeitete. Sicher ist hiernach, daß um die Mitte des 15. Jahrhunderts, vielleicht von seinem Wohnsitz in

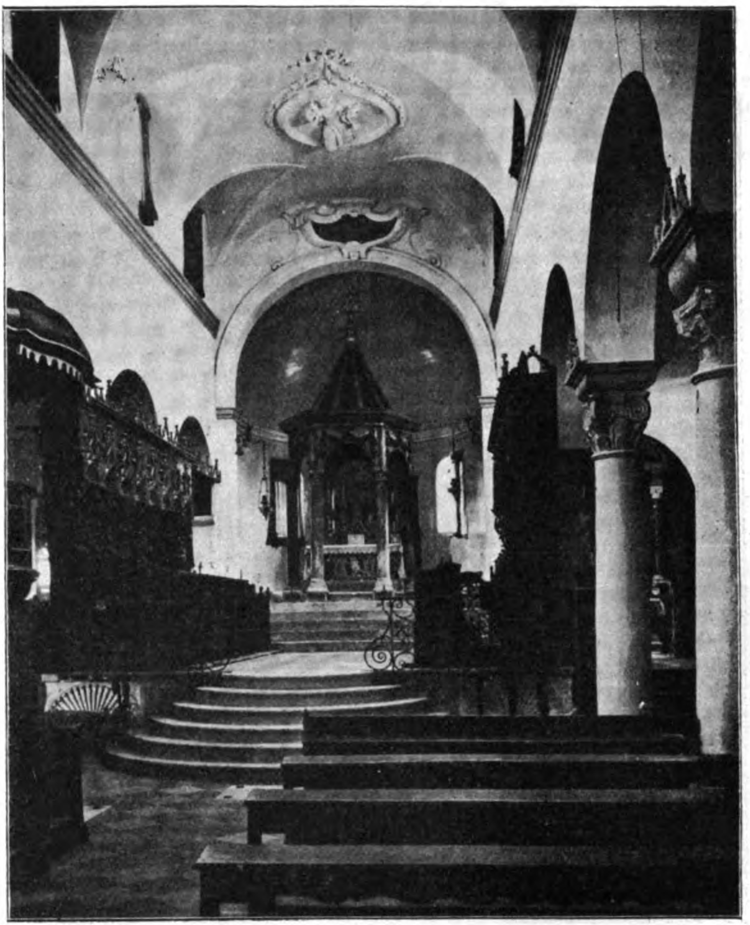


Bild 45. *Domkirche im Innern.*



Bild 46. *Der hohe Chor des Domes.*

Spalato aus, Meister Andreas Alecxi allerlei bildnerische Arbeiten für die Kirchen an der dalmatinischen Küste

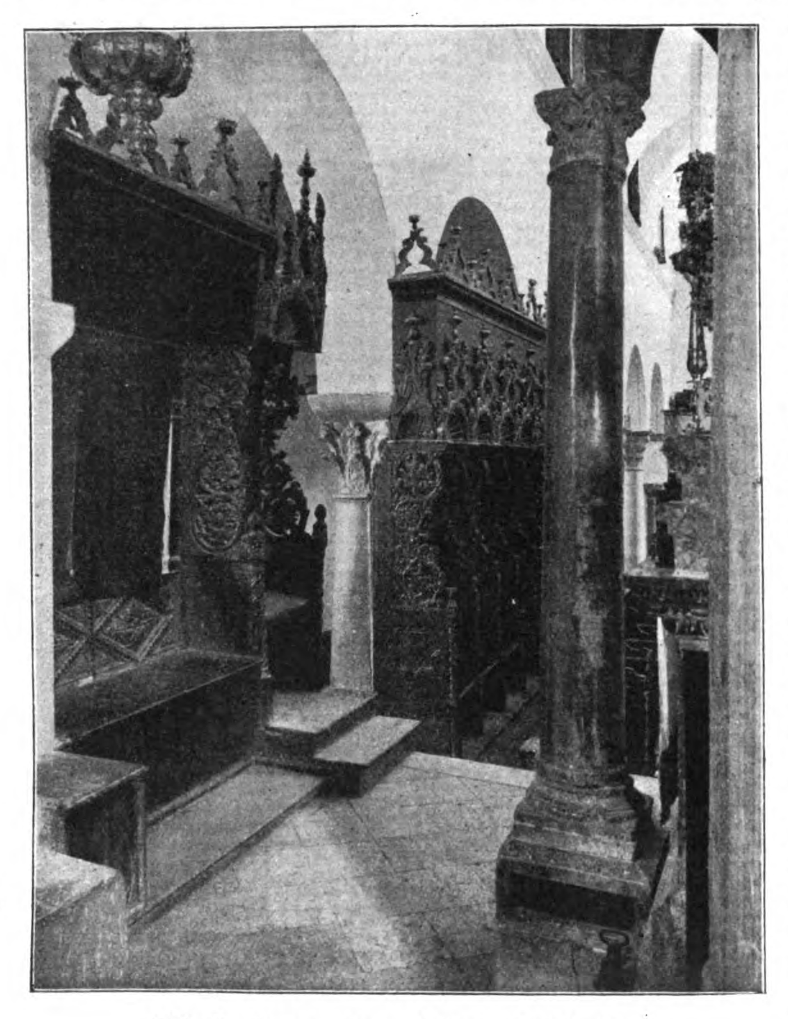


Bild 47. *Ciborienaltar und Chorgestühl im Dom.*

geliefert hat, und da ein Werk von ihm, der holzgeschnitzte gotische Altar aus dem Jahre 1454 in S. Giovanni, in Arbe inschriftlich bezeugt ist, so dürfte mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen sein, daß aus seiner Werkstatt auch das arbesische Chorgestühl mit der Jahreszahl 1445 hervorgegangen ist, und zwar als erste Ausführung des Entwurfes, als zweite das Chorgestühl von Traù, das einen gewissen Fortschritt erkennen läßt, während das dritte Exemplar im Dom von Zara eine fast virtuose Detailbehandlung des Holzes aufweist. Alle drei Stücke stimmen auch darin überein, daß sie ohne Rücksicht auf die Säulenabstände vor die Arkadenstellung hingesetzt sind.

Noch zwei andere interessante Holzschnitzereien birgt der Dom in Arbe, ein Lesepult und einen Sessel (s. Bild 56 und 57), aus der Barockzeit stammend und offenbar zusammengehörend; beide sind wohlerhalten und tragen noch die Spuren ehemaliger farbiger Behandlung und Vergoldung. — Neben dem Sessel sind zwei Marmorkapitelle abgebildet, die jetzt als Fahnenhalter und dgl. dienen; unter byzantinischem Einfluß entstanden, sind sie von einer in Dalmatien häufig anzutreffenden Form, die z. B. in Salona in verschiedenen Größen vorkommt. Diese Stücke sind anscheinend hierher verschleppt; woher sie kamen, läßt sich nicht entscheiden.

Eine bemerkenswerte Marmorarbeit ist der jetzt mit hölzernem Aufbau versehene achteckige Taufstein (bei *T* des Grundrisses Bild 42). Auf den schlicht eingerahmten Seitenflächen wechseln ziemlich magere Fruchtgehänge mit figürlichen Darstellungen ab; Bild 58 zeigt Johannes den Täufer, in der Linken das Lamm emporhebend, von dem ein Spruchband herabhängt mit der Inschrift: ecce agnus dei. Ohne jeden Anklang an Gotisches ist das Ganze schon ein reines Renaissancewerk und hat in Auffassung und Haltung der Bildwerke große Aehnlichkeit mit Steinarbeiten im Dom zu Traù *), welche erwiesenermaßen von dem lapicida Andreas Alecxi de Durachio i. J. 1466 gefertigt sind; man wird daher kaum fehlgehen in der Annahme, daß von seiner Hand auch der Taufstein von Arbe stammt, wo er als lapicida zum Jahre 1462 ausdrücklich genannt ist.

Nicht minder bemerkenswert sind ferner die gotischen Marmorschranken, die vor den Altären der Seitenschiffe und am Eingang zur Taufkapelle aufgestellt und wahrscheinlich die Reste der Einfriedigung sind, mit welcher vor Aufstellung des geschnitzten Chorgestühls das Presbyterium von dem Kirchenraum abgetrennt war. Wappengeschmückte Pfeiler von 12 cm Stärke und 24 cm Breite, die im südlichen Nebenschiff mit den Brustbildern des Petrus und Paulus, sonst mit Engelsfiguren, die als Leuchterträger ausgebildet, bekrönt sind, flankieren die mittlere Durchgangsöffnung und begrenzen die Reihe der nur $8^1/_2$ cm starken Säulchen, deren einfache Basen das Eckblatt haben, während die kleinen Kapitelle ungemein reich und zierlich gearbeitet sind, ganz im Gegensatz zu den sie verbindenden Spitzbögen und dem darüberliegenden Abschlußgesims (s. Bild 56 und 59). Daß in Arbe auch noch an anderer Stelle dieselben Schranken existierten, beweisen neben dem westlichen Haupteingange des Domes die beiden marmornen Weihwasserbecken, denen der wappengeschmückte Pfeiler mit leuchtertragendem Engel beigesetzt ist (s. Bild 60). Die angearbeiteten Halbsäulchen lassen auf die Fortsetzung der Säulenreihe schließen. — Schranken dieser Art waren in der dalmatinischen Architektur

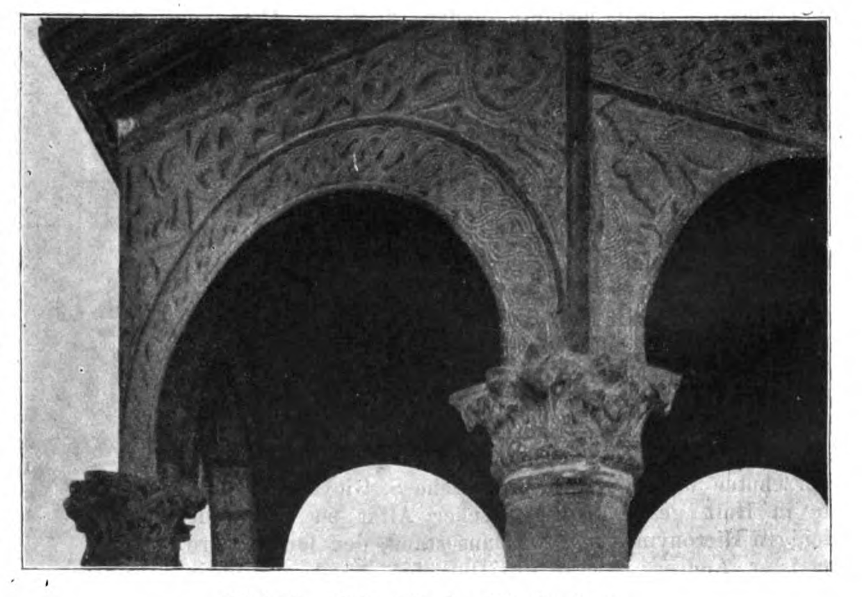


Bild 48. *Baldachin des Ciborienaltars.*
Phot. B. Reiffenstein-Wien.

*) Traù, ein wahres Museum venezianischer Baukunst, ein ungemein malerisches Städtchen, das eine kleine Insel ganz ausfüllt, besuche man von Spalato aus mit Wagen. Man fährt 27 km weit an Salona vorüber längs der Riviera dei Sette Castelli meist durch Weingärten, fortgesetzt neben hohem Gebirge hart am Meere mit köstlichen Ausblicken auf die Inselwelt.

anscheinend sehr beliebt. Das älteste Beispiel findet sich auf der altchristlichen Grabstätte Manastirine am Ruinenfelde von Salona und bewegt sich noch in antikisierenden Formen; gotische Schranken genau gleich denen zu Arbe, aber mit dem Markuslöwen bekrönt, stehen im nördlichen Seitenschiff des Domes in Sebenico, der außerdem prächtige Marmorschranken reinster Renaissanceformen vor dem Presbyterium enthält, gleichwie der Dom in Curzola.

Bei der sonstigen Ausstattung des Domes ist noch in der Sakristei (bei *P* des Grundrisses) eine Piscina (s. Bild 61) zu erwähnen, eine in Marmor gefaßte Nische, deren Mittelstück mit zwei lieblichen Engelsköpfchen geschmückt ist.

Im südlichen Nebenschiff sind die Reste eines Altars aufgestellt, welche in spätestgotischer Fassung einige alte Bilder auf Goldgrund umrahmen, unten in der Mitte eine Kreuzigung, rechts den Christophorus, links den Matthäus darstellend; oben fehlt das Mittelbild, seitlich stehen über zwei kleinen undeutlichen Bildflächen links der Heilige Gierolamo, rechts die Heilige Thekla. Diese Reste sollen aus der Ruine S. Giovanni Battista hierher überführt sein; es wäre also wahrscheinlich, daß sie die Ueberbleibsel des von Andreas Alecxi im Jahre 1454 gearbeiteten Altars sind.

Zwei Schätze von hervorragendem Kunst- und Altertumswert bewahrt die Mensa des Ciborienaltars auf: die Arca des heiligen Christophorus und die Reste eines anderen Reliquienbehälters.

Das Christophorus-Reliquiar ist ein quadratisches Holzkästchen von 24 cm Seite und 20 cm Höhe, mit Deckel von vier schräg ansteigenden Flächen 30 cm hoch; alle Flächen, belegt mit vergoldetem Silberblech, sind mit getriebenen Reliefdarstellungen von Szenen aus dem Martyrium unseres Heiligen und anderen Heiligenfiguren geschmückt. Der arbesische Christophorus ist nicht der sonst bekannte Träger des Christ, sondern ein riesenhafter Held, der seinen Verehrern schon durch sein Erscheinen zum Helfer wird. Nach der Legende kam er, das Christentum zu bringen, zum König Dagnus von Lykien, wurde jedoch von ihm dafür mit dem Tode belohnt, zunächst durch Pfeilschützen; aber so viele Pfeile auch der König auf ihn schießen ließ, durch Gottes Hand, aus den Wolken reichend, wurden alle von ihm abgelenkt, einer in des Königs Auge. Christophorus verhieß ihm Gesundheit, wenn er einen Klumpen seines, des Märtyrers, Blutes auf das erblindete Auge lege. Nun wurde er auf des Königs Befehl enthauptet, der König wurde durch das Blut wieder sehend — und eifriger Christ. Die Reliefs der Seiten behandeln die Szene der Beschießung des Heiligen unter den Augen des Königs, die Enthauptung, die Darstellung von drei heiligen Männern und drei heiligen Frauen; auf den vier Flächen des Deckels sind dargestellt der thronende Christus, die Mutter Gottes, Christophorus und Johannes der Täufer, sämtlich mit Monogramm und Attributen. Für die Datierung der Arbeit ist bemerkenswert, daß mehrere Figuren, der Bogenschütze, die beiden Henker, die drei heiligen Männer, der Christophorus selbst, in antik römischer Tracht erscheinen; da aber im übrigen byzantinische Formen vorherrschen, welche die griechische Schrift der Monogramme noch bekräftigt, so wird man die Entstehung dieses eigenartigen Werkes in die Zeit setzen müssen, in der die Einflüsse der byzantinischen Kunst in Dalmatien besonders rege sind, d. h. in das 12. Jahrhundert. — Als Reliquie enthält die Arca das Haupt des Christophorus, überraschend klein, besonders im Hinblick auf die riesenhafte Erscheinung, die der Heilige nach der Legende war; es ist mit zweifacher Reifenkrone geschmückt, der innere schlichtere, silberne Reif ist mit Lilien, der äußere, goldene, gezackte mit Perlen und Edelsteinen besetzt.

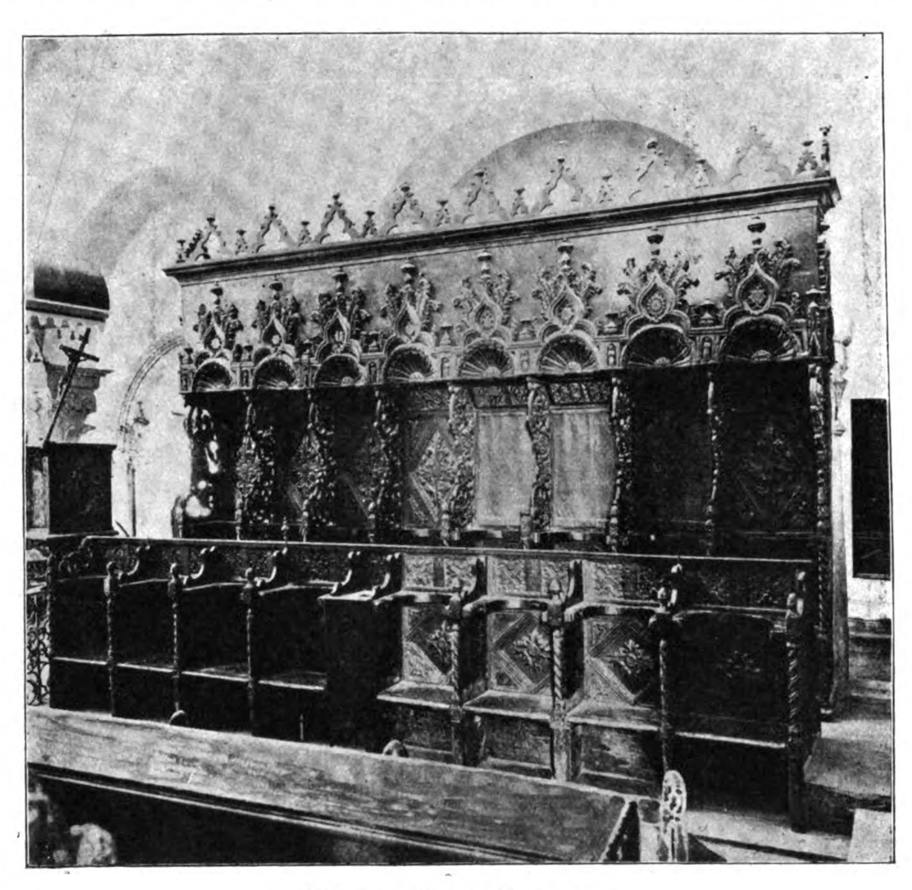


Bild 50. *Chorgestühl im Dom.*

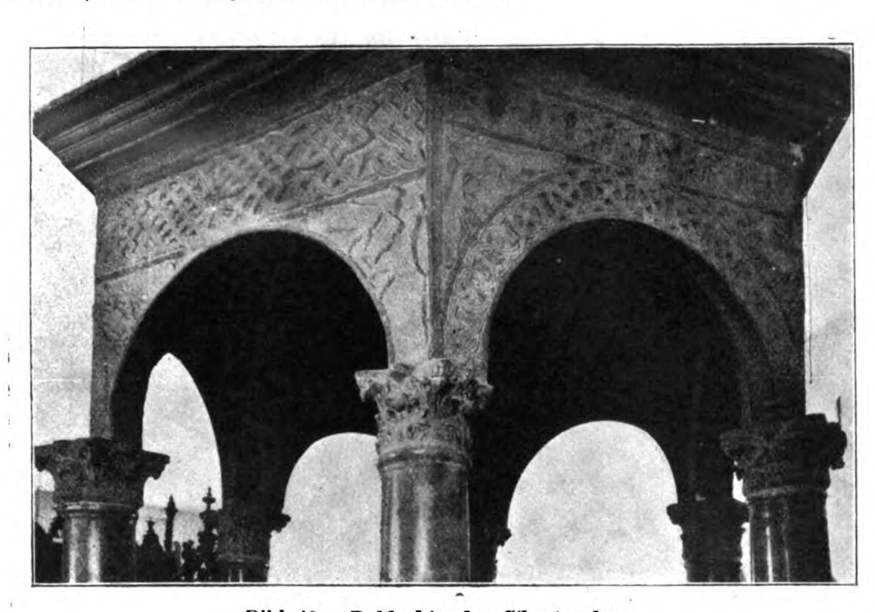


Bild 49. *Baldachin des Ciborienaltars.*
Phot. B. Reiffenstein-Wien.

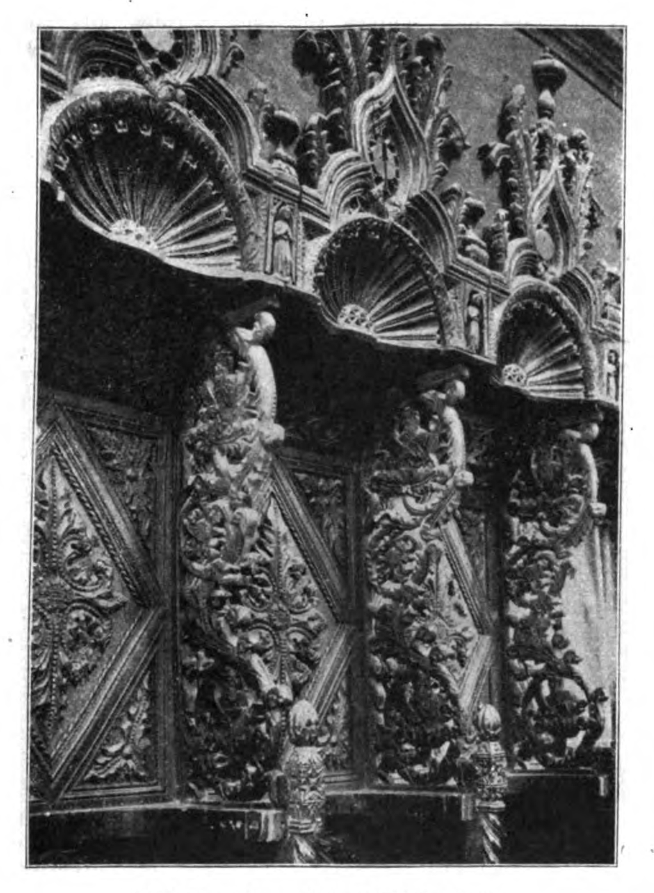


Bild 51. *Vom Chorgestühl im Dom.*

Phot. B Reiffenstein-Wien.

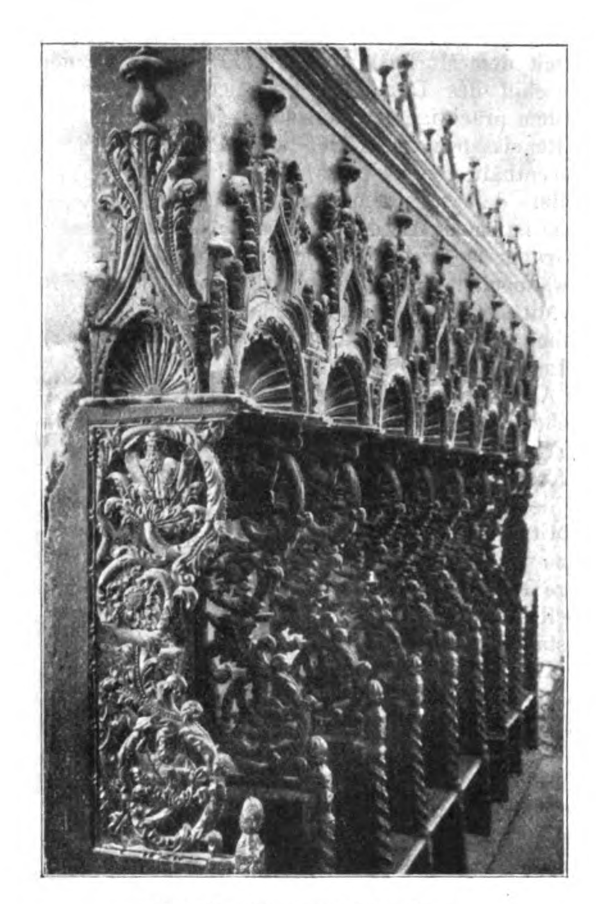


Bild 54. *Chorgestühl im Dom.*



Bild 52. *Vom Chorgestühl im Dom.*



Bild 53. *Vvm Chorgestühl im Dom.*

Von dem anderen Reliquienbehälter sind nur noch vier Platten mit figürlichen Emaillen in satten Farben vorhanden; wie diese Teile zusammengesetzt waren, ist nicht mehr erkennbar. Sicher ist jedoch, daß etwas fehlt; denn in den Bildern erscheinen, durch Namensbeischrift identifiziert, sämtliche Apostel bis auf Paulus, der vermutlich auf einer fünften Platte eingehender dargestellt war. Nach Zeichnung und Haltung der Figuren stammen diese wertvollen Reste gleichfalls aus byzantinischen Kunstwerkstätten.

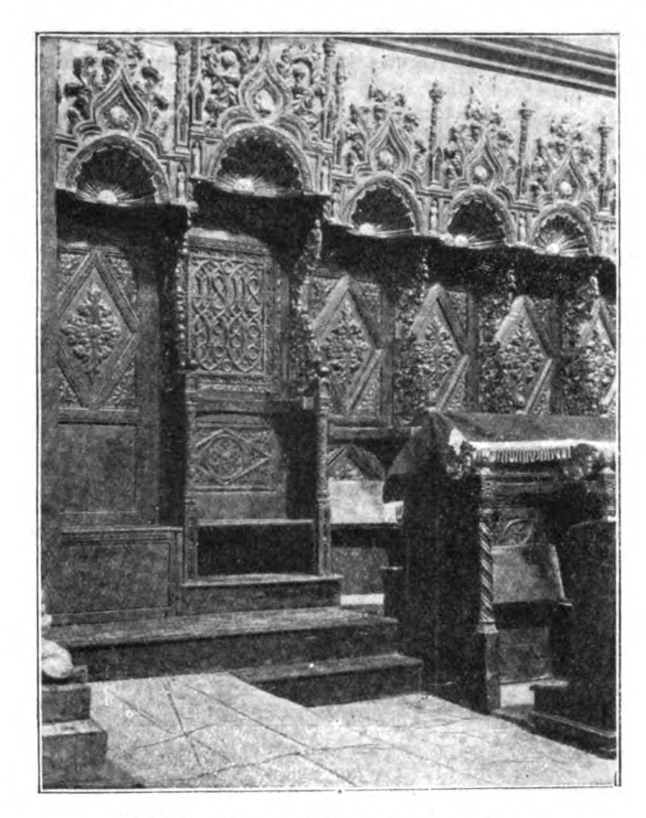


Bild 55. *Chorgestühl im Dom zu Zara.*

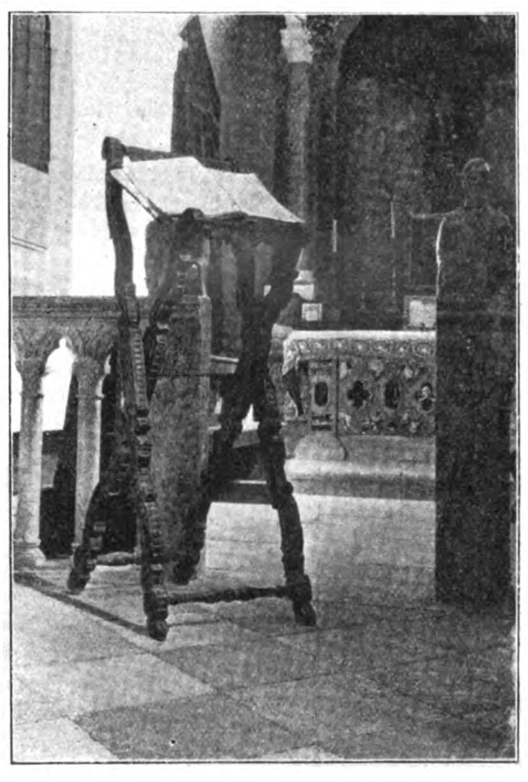


Bild 56. *Lesepult.*

Die beiden Reliquiare werden ihrem Inhalt und ihrem Kunstwert entsprechend hoch verehrt und sorgsam aufbewahrt; sie sind nur durch Vermittelung und in Gegenwart der Domgeistlichkeit zu besichtigen.

Unweit des Domes befand sich, wie berichtet wird, ehemals noch eine Kapelle des heiligen Antonius*), die nicht mehr sicher zu bestätigen ist; möglich, daß die sogenannte Leichenkapelle (*F* des Grundrisses Bild 42) den Rest derselben enthält. Wie aus Bild 15 ersichtlich, besteht die vordere Wand nebst den mit Säulchen besetzten Ecken aus gehauenen Quadern, während die übrigen Wände nachträglich roh angefügt sind, ohne indessen die ursprünglich viereckige Apsis wieder aufzubauen. Wenn diese Annahme zutreffend ist, würde diese Kapelle, die

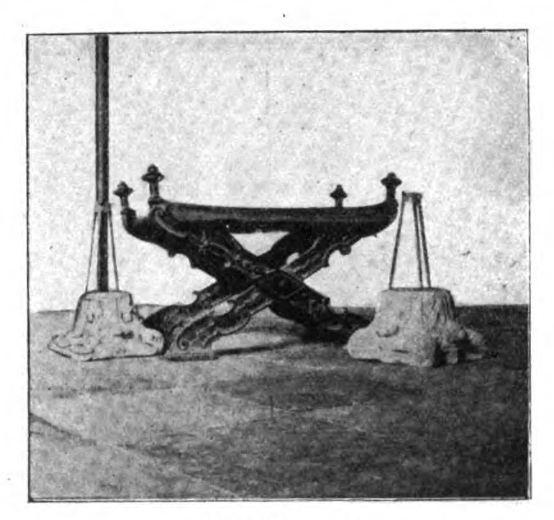


Bild 57. *Sessel.*



Bild 58. *Taufstein.*

*) Eitelberger a. a. O. S. 74.

jetzt Geräte für Leichenbegängnisse enthält, senkrecht zum Dom orientiert gewesen sein.

Ungefähr 70 ^{m} vom Dom entfernt, also wie oft die italienischen Glockentürme von ihrer Kirche getrennt,

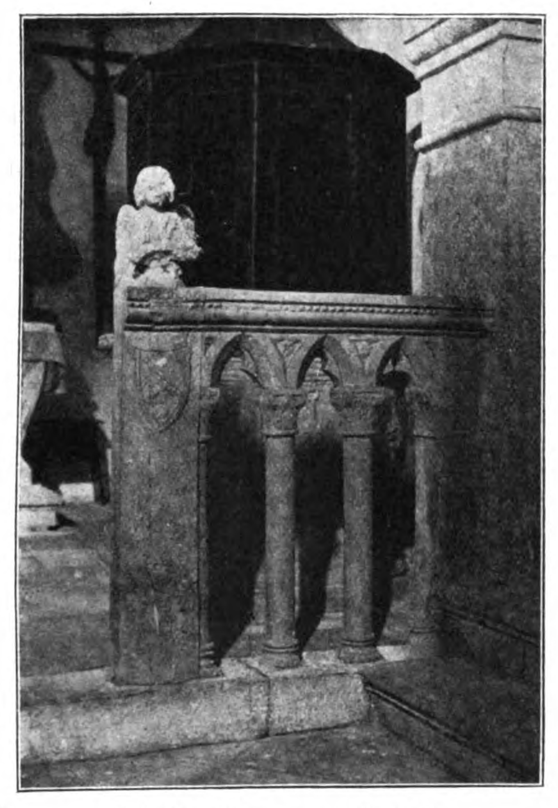


Bild 59. *Schranke am Taufstein.*

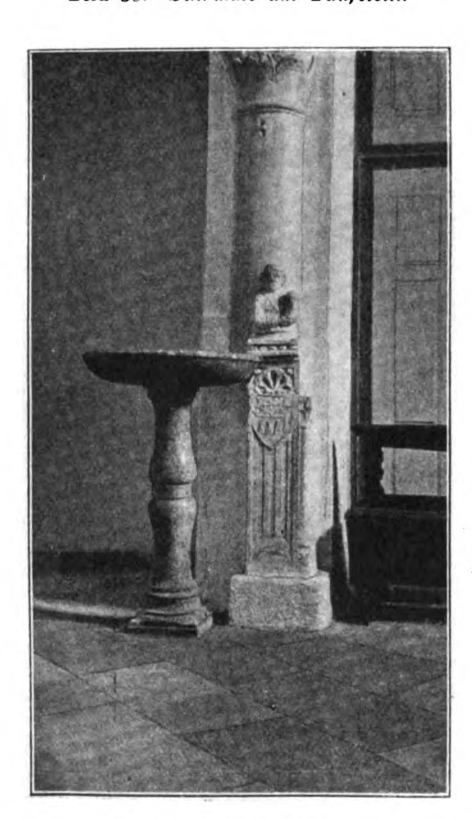


Bild 60. *Weihwasserbecken.*

erhebt sich bei *C* des Stadtplanes gegenüber S. Rocco (S. Christoforo) der imposante Campanile; höher stehend als der Dom überragt er durch Höhe und Masse alle übrigen Bauwerke der Stadt, deren Bild er beherrscht, und übertrifft die meisten durch die Schönheit seiner Verhältnisse. Des Turmes geschieht zuerst Erwähnung, als der Bischof Pradanus im Jahre 1212 dem Edlen Albertus de Garzigna urkundlich gestattet, oberhalb des Turmes und so, daß Bischof und Geistlichkeit ihn sehen können, zu Ehren des hl. Stephan eine Kirche zu bauen — von welcher übrigens keine Reste erhalten sind; in

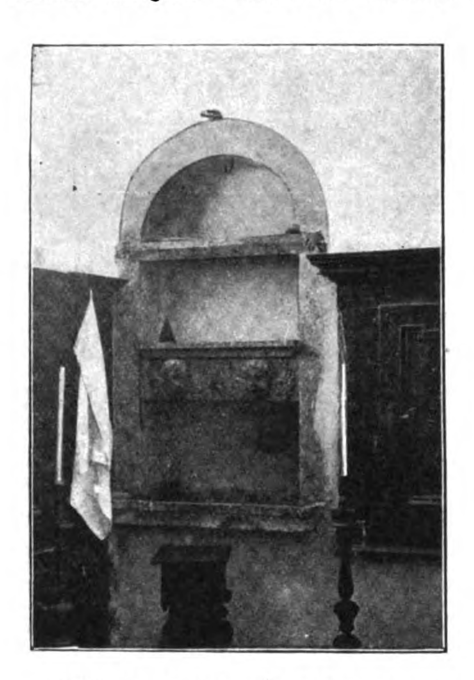


Bild 61. *Piscina in der Sakristei.*

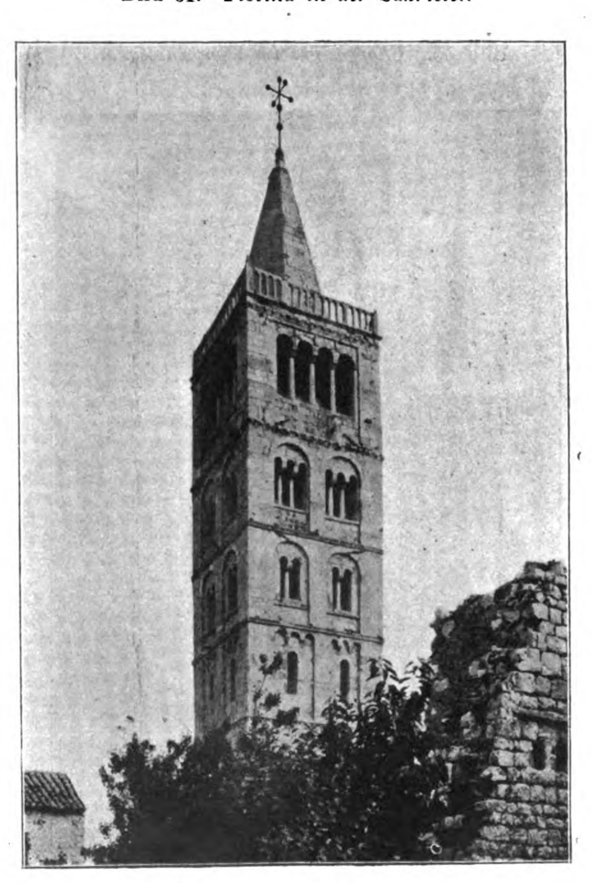


Bild 62. *Campanile des Domes.*
Phot. B. Reiffenstein-Wien.

diese Zeit paßt die Architektur des Campanile, die sich ganz in romanischen Formen bewegt (s. Bild 62). Der von sauberen Quadern erbaute Turm ist quadratisch von 5,70 ^{m} Seite und steigt ohne Verjüngung ca. 20 ^{m} hoch

bis zum Kranzgesims auf, darüber eine Steinbrüstung von 1 m Höhe, hinter welcher der steinerne achteckige Helm ansetzt und sich noch ca. 6 m hoch heraushebt. Die unten 1 m starken Mauern gehen oben nur auf 90 cm zurück. Der schlichte Unterbau enthält die Eingangstür mit dem Kreuz im halbrunden Tympanon und außerdem in jeder Wand unten ein, darüber zwei schmale Lichtschlitze und trägt noch weitere vier Stockwerke, deren Gliederung nach oben reicher und durchsichtiger wird. Das erste derselben hat zwischen den durch Rundbogenfries verbundenen Lisenen nur zwei enge Schlitzfenster; im zweiten Geschoß sind schon zwei doppelte Fenster mit Zwischensäulchen und Kämpfersteinen, im dritten zwei dreifache Fenster mit Zwischensäulchen angebracht. Das luftige Obergeschoß läßt die Zweiteilung fallen und öffnet sich mit einem vierfachen Bogenfenster auf drei Doppelsäulen. Von den trennenden Gurtgesimsen sind die beiden unteren durch die romanischen Stromschichten und Würfelornamente gebildet; die beiden oberen sind Blattreihen in starker Anlehnung an spätrömische Akanthusformen, die Blätter jedoch schon in Knäufe zusammengezogen. Der Umstand, daß im Obergeschoß die Zweiteilung der Architektur aufgegeben ist, daß die beiden oberen Gesimse völlig gleich, während die beiden unteren verschieden sind, und daß die Mauerwerkstechnik des Obergeschosses von der sämtlicher übrigen Geschosse abweicht, stützt die Vermutung, daß das oberste Geschoß nachträglich hinzugefügt ist. Nach Mothes (Baukunst des Mittelalters in Italien, S. 410) wurde das oberste Geschoß zu Ehren des heiligen Stephanus im Jahre 1212 aufgesetzt. Die etwas magere Steinbalustrade trug an den Ecken Markuslöwen und gehört ebenso wie der achteckige Steinhelm einer späteren Bauzeit an, was die mangelhaftere Technik und die Inschrift beweisen. Letztere endigt mit den Worten: „a fulgure et tempestate libera nos domine" und bedeutet eine Beschwörung von Blitz und Unwetter, die man durch Läuten der Glocken glaubte bannen zu können.

Der Bauzustand dieses wertvollen und im Stadtbilde ganz unentbehrlichen Baudenkmals ist trotz mannigfacher Verankerung leider nicht sehr beruhigend und bedarf dringend der Aufmerksamkeit der zuständigen Stelle. Aus diesem Grunde sind wohl die ehemals vorhandenen großen Glocken durch eine ganze Anzahl kleinerer ersetzt, die jedoch nichts weniger als ein harmonisches Geläute geben.

Die früher große Zahl von Türmen ist auf vier zurückgegangen; wie der Campanile stehen die drei übrigen auf dem hohen Steilufer und tragen zu dem pittoresken Bilde der Stadt von der Seeseite her wesentlich bei. Deshalb würde auf ihre Erhaltung die größte Sorgfalt zu verwenden sein. Schlichte Türme, fast ohne alle Gliederung, mit wenigen Fenstern, romanischen Charakters, aber fast modern ausschauend, sind sie baukünstlerisch von ungleich geringerem Wert als der Campanile des Domes, aber malerisch sind sie hervorragend, indem sie die unvergleichliche Silhouette der Stadt bedingen.

(Fortsetzung folgt.)

Berechnung des Zweigelenkbogens und des gelenklosen Bogens auf zeichnerischem Wege unter Verwendung des Castiglianoschen Satzes für beliebige Belastungen.

Von Dipl.-Ing. Hans Barkhausen, Regierungs-Bauführer (Charlottenburg).

(Fortsetzung und Schluß.)

Kapitel V.

Einfluß von teilweiser Einspannung, Lagerverschiebungen und Wärme auf den gelenklosen Bogen.

Am ausführlichsten von diesen drei Einflüssen soll hier der einer nur teilweisen Einspannung behandelt werden, und zwar aus dem Grunde, weil das hier vorgenommene Verfahren meines Wissens in der Literatur noch nicht vertreten ist, und weil gerade dieser Einfluß eine ganz besondere Wichtigkeit für den eingespannten Bogen besitzt. Weniger ausführlich werden dann Lagerverschiebungen und Wärme behandelt werden, erstens, weil ihre Behandlung, wenn auch nicht ganz in der angewandten Form, bekannt ist, und zweitens, weil sie sich eng an die Art, in der die teilweise Einspannung behandelt wird, anlehnt.

Bekanntlich sind wir nicht imstande, eine vollkommene, d. h. absolut unnachgiebige Einspannung bei irgendeinem Bauwerke zu erzielen. Immer wird sich unter den Momenten aus Verkehrs- und Eigenlast der Endquerschnitt um ein geringes Maß verdrehen und daher im gesamten Bauwerke Formänderungen zur Folge haben, die im ganzen Bauwerke Spannungen hervorrufen, welche namentlich bei vielfach statisch unbestimmten Bauwerken ein sehr erhebliches Maß annehmen können. Nun sagt der Castiglianosche Satz, der im Verlauf der gemachten Untersuchung ja dauernd angewandt worden ist, daß der Differentialquotient der Formänderungsarbeit, genommen nach den statisch unbestimmten Größen, für einen bestimmten Gleichgewichtsruhezustand gleich 0 gesetzt werden muß, um die statisch unbestimmten Größen zu ermitteln. Dies bleibt aber nur so lange richtig, als augenblickliches Gleichgewicht vorhanden ist. Tritt irgendeine Aenderung des Gleichgewichtes und damit verbunden eine Formänderung auf, so kann auf der rechten Seite der Gleichung natürlich nicht mehr 0 stehen, sondern es muß dort die Bewegung der Angriffspunkte der Formänderung, d. h. in diesem Falle die Endverdrehung erscheinen. Für den Fall des eingespannten Bogens wird hiervon nur die dritte Bestimmungsgleichung, die nach dem Einspannungsmoment X_3 genommen ist, betroffen werden, da eine Verdrehung nur durch ein Moment, nicht aber durch lotrechte oder wagerechte Kräfte erreicht werden kann.

Es sei nun $\varkappa$ die Verdrehung, die ein bestimmter Querschnitt, der auf eine bestimmte Weise eingespannt ist, infolge des Momentes 1 annimmt. Ferner sei

$$\varkappa' = \varkappa E J_c.$$

Leider ist dieser Wert ein rein erfahrungsmäßiger und bis jetzt für die verschiedenen Einspannungsarten und Baustoffe noch nicht in genügender Weise festgelegt worden, was natürlich nur durch praktische Versuche zu erreichen wäre.

Es werde nun angenommen, daß der Wert $\varkappa$ bekannt oder wenigstens durch Schätzung bekannt angenommen sei. In manchen Fällen wird es ja auch möglich sein, ihn wenigstens angenähert richtig zu schätzen, genau so wie man auch lotrechte und wagerechte Lagerverschiebungen in genügend genauer Weise schätzt. Da nun aber an der Einspannstelle nicht das Moment 1, sondern X_3 wirkt, so wird die Endverdrehung auch nicht $\varkappa$, sondern $\varkappa X_3$ sein. Dieser Wert muß statt Null auf die rechte Seite der dritten Bestimmungsgleichung für X_1, X_2 und X_3, in diesem Falle also der Gleichung VI) für lotrechte Lasten und Gleichung XII) für wagerechte Lasten treten, während die Gleichungen IV) und V) für lotrechte Lasten und X) und XI) für wagerechte Lasten unverändert bleiben.

Für lotrechte Lasten heißt also der Gleichungssatz, aus dem X_1, X_2 und X_3 abgeleitet werden:

$$\text{XVI)}\quad \begin{cases} X_1\left[{}^{l}\!/_2 + \dfrac{2(A+B)}{lL}\right] - X_2(f-y_0) + X_3 = \\ = \dfrac{P}{L}\left[\dfrac{2(A_r+B_r)}{l} + aL_r - x_0^r L_r\left(1+\dfrac{2a}{l}\right)\right] \end{cases}$$

$$\text{XVII)}\quad \begin{cases} -X_1\,{}^{l}\!/_2(f-y_0) + X_2 f\left(f - 2y_0 + \dfrac{C+D}{fL}\right) - \\ - X_3(f-y_0) = \\ = \dfrac{Paf}{L}L_r\left[\dfrac{y_0^r}{f} + \dfrac{x_0^r}{a} + \dfrac{F_r - E_r}{afL_r} - 1\right] \end{cases}$$

$$\text{XVIII)}\quad \begin{cases} X_1\,{}^{l}\!/_2 - X_2(f-y_0) + X_3\left(1 - \dfrac{\varkappa'}{L}\right) = \\ \quad = \dfrac{PL_r}{L}(a - x_0^r). \end{cases}$$

Die Lösung dieser drei Gleichungen gestaltet sich jetzt nicht mehr so einfach wie vorher, da nicht mehr gleichzeitig zwei Unbekannte aus einer der drei Gleichungen eliminiert werden können. Deshalb sollen hier auch nur die Formeln für X_1 und X_2 aus lotrechten Lasten bestimmt werden, für die wagerechten Kräfte, wo sich die Entwickelung genau analog verhält, sollen dagegen die Ergebnisse nicht wiederholt werden.

Der gesamte Rechnungsgang der Lösung des Gleichungssatzes soll hier nicht angegeben werden, da er kein besonderes Interesse bietet. Die endgültigen Formeln lauten:

$$\text{XIX)}\quad \boldsymbol{X_1 = P\left[\frac{M(f-y_0) - NJ}{L[G(f-y_0) - HJ]}\right]}$$

$$\text{XX)}\quad \boldsymbol{X_2 = P\left[\frac{G}{J}\,\frac{M(f-y_0) - NJ}{GL(f-y_0) - HJ} - \frac{M}{LJ}\right]}.$$

Darin werden die noch unbekannten Benennungen durch die folgenden Gleichungen erklärt:

$$M = \frac{G_r}{L} - f x_0^r L_r\,\frac{2a}{l} + F_r - E_r +$$
$$+ y_0 x_0^r L_r\left(1 + \frac{2a}{l}\right)$$
$$N = \frac{2(A_r+B_r)}{l}\left(1 - \frac{\varkappa'}{L}\right) + L_r(a - x_0^r) +$$
$$+ x_0^r\,\frac{2a}{l}\,L_r\left(\frac{L}{\varkappa'} - 1\right)$$
$$\frac{2(A_r+B_r)}{L}(f-y_0) = \frac{G_r}{L}$$
$$\frac{2(A+B)}{lL}(f-y_0) = G$$
$${}^{l}\!/_2 + \frac{2(A+B)}{l}\left(\frac{1}{L} - \frac{1}{\varkappa'}\right) = H$$
$$y_0^2 - \frac{C+D}{L} = J.$$

Von diesen Werten sind G, H und J konstant, wie schon früher angegeben worden ist, und können daher in rascher Weise, die jetzt als bekannt vorausgesetzt werden kann, ermittelt werden. Das Glied $\frac{G_r}{L}$, das, wie der Zeiger r anzeigt, für die verschiedenen Laststellungen verschieden ist, muß für jede Laststellung gesondert ermittelt werden. Auf welche Weise dies zu geschehen hat, braucht hier nicht noch einmal angegeben werden, da die Ermittelung aller Summanden und Faktoren der vorkommenden Glieder schon in ausführlicher Weise aus den fünf zu zeichnenden Seilecken angegeben worden ist.

Wie man sieht, wird sich die Ausnutzung der Gleichungen XIX) und XX) nicht so einfach mehr gestalten wie bei fest eingespannten Bogen, da die Werte M und N verwickeltere Form annehmen, immerhin können aber auch diese Formeln noch als praktisch ausnutzbar bezeichnet werden. Es ist nicht nötig, auf die zahlenmäßige Ausnutzung noch weiter einzugehen, da sich die Gleichungen aus lauter schon entwickelten Faktoren und Summanden zusammensetzen.

In genau derselben Weise lassen sich nun mit Hilfe der Gleichungen X), XI) und XII) die Formeln für X_1 und X_2 bei teilweiser Einspannung unter Einwirkung einer wagerechten Last bestimmen. Der Rechnungsvorgang ist genau derselbe wie bei lotrechten Lasten, die Ergebnisse sollen hier nicht wiederholt werden. Zu bemerken bleibt nur noch, daß man auch in etwas anderer Weise hätte vorgehen können, wenn man den Einfluß der Lasten P ganz aus der Untersuchung herausgelassen hätte und nur den Einfluß der teilweisen Einspannung verfolgt hätte. Die Unterscheidung nach lotrechten und wagerechten Lasten fiele dann fort, und die einfacheren drei Bestimmungsgleichungen, die sich wieder aus Gleichungen X), XI) und XII) oder IV), V) und VI) ergeben, würden jetzt lauten:

$$\begin{cases} \text{XXI)} & X_1\left[{}^{l}\!/_2 + \dfrac{2(A+B)}{lL}\right] - X_2(f-y_0) + X_3 = 0. \\ \text{XXII)} & -X_1\,{}^{l}\!/_2(f-y_0) + X_2 f\left(f - 2y_0 + \dfrac{C+D}{fL}\right) - \\ & - X_3(f-y_0) = 0. \\ \text{XXIII)} & X_1\,{}^{l}\!/_2 - X_2(f-y_0) + X_3\left(1 - \dfrac{\varkappa'}{L}\right) = 0. \end{cases}$$

Diese Art des Verfahrens würde den Vorteil haben, daß man für schon ausgeführte Bauwerke den Einfluß der Lagerverschiebungen, die sich vielleicht nach einem längeren Zeitraum herausstellen, für sich gesondert verfolgen kann. Außerdem gestalten sich die Ergebnisse dieses verkürzten Gleichungssatzes einfacher, da auf den rechten Seiten der Gleichungen immer wieder Null zustande kommt, die Lösung also nicht so verwickelt wird, wie im vorigen Falle. Für neuauszuführende Bauwerke wird man dagegen guttun, die teilweise Einspannung zusammen mit den äußeren Lasten zu behandeln, da dann nur eine einzige Untersuchung geführt zu werden braucht, wenn sie auch etwas verwickelter ausfällt.

Damit können die Erörterungen über teilweise Einspannung als beendet angesehen werden.

Nach genau denselben Gesichtspunkten lassen sich nun auch die Einflüsse von Wärme sowie von lotrechten und wagerechten Lagerverschiebungen erledigen. Da es sich hierbei nicht um Verdrehungen, die ja Folge von Momenten sein müssen, sondern um Verschiebungen, die Folge von lotrechten oder wagerechten Kräften sind, handelt, so wird natürlich die rechte Seite der dritten Bestimmungsgleichung, also der Gleichung VI) für lotrechte und der Gleichung XII) für wagerechte Kräfte, aus Momenten wieder zu Null werden, während jetzt die rechte Seite der ersten oder zweiten Betimmungsgleichung, nämlich der Gleichungen IV) und V) für lotrechte Kräfte oder der Gleichungen X) und XI) für wagerechte Kräfte, je nachdem es sich um lotrechte oder wagerechte Verschiebungen handelt, einen bestimmten Wert annehmen wird. Handelt es sich um eine wagerechte Lagerverschiebung, so werden Gleichung I) und III) die rechten Seiten 0 enthalten, während Gleichung II) die Lagerverschiebung selbst, also δ *mm* enthalten wird. Handelt es sich um eine lotrechte Nachgiebigkeit des Lagers, so wird die zweite und dritte Bestimmungsgleichung rechts Null enthalten, während die rechte Seite der ersten Gleichung den Wert der Verschiebung, also δ_1 *mm* enthalten wird.

Ganz ähnlich wird es sich mit dem Einfluß der Wärme verhalten, einerlei ob es sich um gleichmäßige oder ungleichmäßige Erwärmung handelt. Bei einer Spannweite l, einem Temperaturunterschied von t^0 und dem Ausdehnungskoeffizienten α wird, vorausgesetzt, daß das Bauwerk sich frei ausdehnen kann, eine wagerechte Ver-

schiebung des freien Endes um $\alpha t l$ entstehen. Dieser Wert muß also auf die rechte Seite der zweiten Bestimmungsgleichung treten, wenn die Ausdehnung des Bauwerkes durch Festhalten des Lagers verhindert wird. Für den Einfluß der Wärme würden also die drei Bestimmungsgleichungen für X_1^t, X_2^t und X_3^t lauten:

$$\text{XXIV)}\quad \begin{cases} X_1^t\left[{}^l/_2 + \dfrac{2\,(A+B)}{l\,L}\right] - X_2^t\,(f-y_0) + X_3^t - \dfrac{P}{L}\cdot \\ \left[\dfrac{2\,(A_r+B_r)}{l} + a\,L_r - x_0^r\,L_r\left(1-\dfrac{a}{2\,l}\right)\right] = 0. \end{cases}$$

$$\text{XXV)}\quad \begin{cases} -X_1^t\,[f-y_0]\;{}^l/_2 + X_2^t f\left[f - 2\,y_0 + \dfrac{C+D}{L f}\right] - \\ \quad -(f-y_0)\,X_3^t = +\dfrac{P a f}{L}\,L_r\left[\dfrac{y_0^r}{f} + \dfrac{x_0^r}{a} + \right. \\ \quad \left. + \dfrac{F_r - E_r}{a f L_r} - 1\right] = \alpha t s E J_1. \end{cases}$$

$$\text{XXVI)}\quad X_1^t\,{}^l/_2 - X_2^t\,(f-y_0) + X_3^t - \frac{P L_r}{L}\,(a - x_0^r) = 0.$$

Die Lösung dieser drei Gleichungen soll hier nicht mehr vorgenommen werden, da sie nichts Neues bietet. Ebensowenig sollen hier die Gleichungen für lotrechte und wagerechte Lagerverschiebungen noch gelöst werden, so daß auch dies Kapitel als abgeschlossen betrachtet werden kann.

Hiermit ist der theoretische Teil der Arbeit abgeschlossen. Es soll nun dazu übergegangen werden, die abgeleiteten Formeln und deren Erklärung an zwei Zahlenbeispielen zu erläutern.

Kapitel VI.

Zahlenbeispiel zum Zweigelenkbogen.

Hierzu Tafel I.

Nach den vorhergegangenen Erörterungen gestaltet sich die zahlenmäßige Verfolgung des Zweigelenkbogens einfach und kann daher kurz gehalten werden. Wie Tafel I zeigt, ist ein Bauwerk gewählt worden, dessen Dach und Seitenwände einheitlich durch einen Fachwerkzweigelenkbogen gebildet werden zwecks Herstellung einer Halle von mittleren Abmessungen. Der Zweigelenkbogen hat eine Spannweite von 30 m und einen Pfeil von 15 m, das Netz des Bauwerkes ist aus Tafel I ersichtlich. In das Netz ist die Netzmittellinie eingezeichnet und diese, wie am Anfang erklärt, zur Bestimmung der erforderlichen Zahlenwerte benutzt worden. Die statisch unbestimmte Größe, der wagerechte Schub X, der in den Punkten A und B angreift, muß nun für lotrechte und wagerechte Lasten ermittelt werden.

Wie in Kapitel II gezeigt worden ist, wird die Bogenmittellinie in die Bogenteile ds, in diesem Falle in 16, eingeteilt. Die Teilung ist so vorgenommen, daß durch die Annahme, daß ds durch gerade Strecken dargestellt wird, keine Ungenauigkeit hervorgerufen wird. Die Lasten $y\,ds\,\dfrac{J_s}{J}$ greifen dann jedesmal in den Halbierungspunkten der Strecken ds an.

Die Formel für X aus den lotrechten Lasten lautete nach Gl. III) Kapitel II:

$$X_1 = \frac{P\left[\displaystyle\int_0^a y\,ds\,\frac{J_s}{J}\,\frac{x}{l}\,(l-a) + \int_0^b y\,ds\,\frac{J_s}{J}\,\frac{x}{l}\,a\right] + \dfrac{P(l-a)}{l}\,\dfrac{J_s}{F}\displaystyle\int_0^a ds\,\sin\alpha\,\cos\alpha + \dfrac{Pa}{l}\,\dfrac{J_s}{F}\int_0^b ds\,\sin\alpha\,\cos\alpha}{\displaystyle\int_0^l y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_0^l ds\,\cos^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F}}.$$

In dieser Gleichung werde zum besseren Verständnis der folgenden Zahlentabellen gesetzt:

$$\int_0^a y\,ds\,\frac{J_s}{J}\,\frac{x}{l}\,(l-a) + \int_0^b y\,ds\,\frac{J_s}{J}\,\frac{x}{l}\,a = A'$$

$$\int_0^a ds\,\sin\alpha\,\cos\alpha = B' \quad \int_0^b ds\,\sin\alpha\,\cos\alpha = C'$$

$$\int_0^l y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = D' \quad \frac{J_s}{F}\int_0^l ds\,\cos^2\alpha = E',$$

so daß die Gleichung die Form annimmt:

$$X_1 = \frac{P\cdot A' + \dfrac{P\,(l-a)}{l}\,\dfrac{J_s}{F}\,B' + \dfrac{Pa}{l}\,\dfrac{J_s}{F}\,C'}{D' + E'}.$$

Zuerst werden nun die G_n-Werte gleich $y\,ds\,\dfrac{J_s}{J}$ ermittelt und hieraus das in Kapitel II erklärte Seilpolygon gezeichnet, das zur Bestimmung des Wertes A dient, indem an den 16 Laststellen jedesmal die Höhe des Seileckes mit dem Polabstand multipliziert wird. Für das Verhältnis $\dfrac{J_s}{J}$ war in diesem Falle die Ueberlegung maßgebend, daß es sich um einen eisernen Fachwerkbogen veränderlicher Höhe handelt, bei dem die Gurte aus konstruktiven Gründen über die ganze Länge hin unveränderlich bleiben und die Wandglieder, nur aus Auskreuzungen bestehend, eine ganz untergeordnete Rolle spielen und nur zur Verbindung und Vereinheitlichung der Gurte dienen. Dann ist es nach dem in Kapitel II Gesagten zulässig, das Verhältnis $\dfrac{J_s}{J}$ nach der Gleichung $\dfrac{J_s}{J} = \dfrac{h_s^2}{h^2}$ zu entwickeln, worin h_s den Schwerpunktsabstand der beiden Gurte im Scheitel, h den Abstand im untersuchten Querschnitt bedeutet. Für diesen Fall wird dann der Wert $\dfrac{J_s}{F}$ zu einem konstanten, da ja F über den ganzen Bogen unveränderlich ist. Um $\dfrac{J_s}{F}$ berechnen zu können, muß der Querschnitt im Scheitel geschätzt und nach erfolgter Berechnung dann geprüft werden, ob die Schätzung richtig gewesen ist. Natürlich hat man die Schätzung nach ähnlichen, bereits ausgeführten Beispielen vorzunehmen, hier ist der Querschnitt der Abbildung 12 gewählt worden.

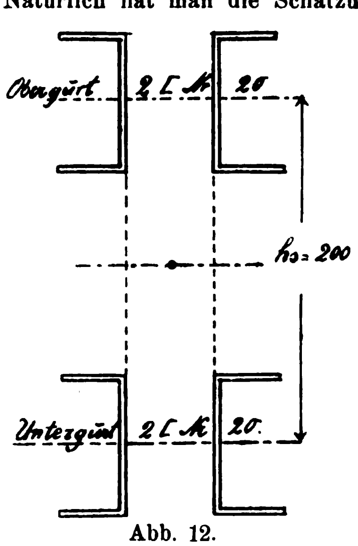


Abb. 12.

Für diesen ist:

$$J_s = 1\,292\,000\ \text{cm}^4, \qquad F = 129{,}2\ \text{cm}^2,$$

$$\frac{J_s}{F} = 10\,000\ \text{cm}^2 = 100\ \text{dcm}^2.$$

Hieraus folgt nun die nachstehende Zahlentabelle I. In dieser sind die Werte h aus der Netzzeichnung auf Tafel I entnommen, h_s^2 ist gleich $200^2 = 40\,000^{\text{cm}^2}$.

Zahlentabelle I.

Last in	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Reihe
y in dcm	20	50	68	85	104	123	138	148	148	138	123	104	85	68	50	20	I
ds in dcm	40	20	20	20	30	30	36	37	37	36	30	30	20	20	20	40	II
h^2 in dcm²	5^2	13^2	15^2	17^2	19^2	21^2	20^2	20^2	20^2	20^2	21^2	19^2	17^2	15^2	13^2	5^2	III
$\frac{h_s^2}{h^2} = \frac{Js}{J}$	16	5,8	1,77	1,39	1,11	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00	0,91	1,11	1,39	1,77	5,8	16	IV
$G_n = \text{I}\cdot\text{II}\cdot\text{IV}$ in dcm²	12 800	5 800	2 400	2 360	3 450	3 350	4 950	5 480	5 480	4 950	3 350	3 450	2 360	2 400	5 800	12 800	
$G_n \cdot y$ in dcm³	256 000	290 000	163 000	200 000	359 000	412 000	731 000	810 000	810 000	731 000	412 000	359 000	200 000	163 000	290 000	256 000	

Die Summe von $G_n \cdot y_n$ also $\Sigma G_1 y_1 + G_2 y_2 \ldots\ldots + G_{16} y_{16}$ ist gleich $D' = 6\,442\,000^{\text{dcm}^3}$.

Hierauf folgt Tabelle II, zu der folgende Anmerkungen gegeben werden:

Die Werte der Reihe 1 sind nach den gegebenen Erklärungen aus dem Seilpolygon und dem zugehörigen Krafteck ermittelt, und zwar sind alle Längen, ebenso wie in den folgenden Spalten in dcm gemessen.

In Reihe 2, 3 und 8 ist bei Herstellung der Integrale, die $\sin\alpha$ und $\cos\alpha$ enthalten, genau auf das Vorzeichen zu achten, je nachdem, in welchem Quadranten der betreffende Bogenteil ds liegt. Die Zerlegung der Bogenteile ds nach $\sin\alpha$ und $\cos\alpha$ ist auf Tafel I in der Netzfigur selbst geschehen. Reihe 7 stellt den Zähler des Bruches dar, der X ausdrückt.

Die Reihen 8 und 9 und daher der gesamte Nenner des Bruches sind für alle Laststellungen konstant, da die Integrale D' und E' jedesmal zwischen den Grenzen 0 und l, die auch von den Laststellungen unabhängig sind, liegen. Reihe 9 stellt also den unveränderlichen Nenner des Bruches dar.

Reihe 10 gibt die Ordinaten der Einflußlinie für X aus lotrechten Lasten an. Nach diesen Ordinaten ist auf Tafel I die Einflußlinie aufgetragen, in die nun jede beliebige Laststellung eingeführt werden kann. Die Knotenlasten aus äußeren Kräften würden nun in gewöhnlicher Weise zu ermitteln sein und in die Einflußlinie einzuführen sein, um die zahlenmäßige Größe des Schubes aus bestimmten Lasten zu ermitteln (s. nebenstehende Zahlentabelle II).

In genau der gleichen Weise wird mit der Ermittelung von X aus wagerechten Lasten vorgegangen.

Nach Kapitel II, Gl. VI), heißt die Gleichung zur Bestimmung von X aus wagerechten Lasten:

$$X_1 = \frac{\frac{Pd}{l}\left\{-\int_0^a y\,ds\,\frac{J_s}{J}\,x + \int_0^b y\,ds\,\frac{J_s}{J}\,x\right\} - P\int_0^b y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} - P\int_0^b ds\cos^2\alpha\,\frac{J_s}{F} + \frac{Pd}{l}\int_0^a \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} - \frac{Pd}{l}\int_0^b \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F}}{\int_0^l y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} + \int_0^l ds\cos^2\alpha\,\frac{J_s}{F}}.$$

Darin werde, um Tabelle III klar gestalten zu können, gesetzt:

$$-\int_0^a y\,ds\,\frac{J_s}{J}\,x = F' \qquad \int_0^b y\,ds\,\frac{J_s}{J}\,x = G'$$

$$\int_0^b y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = H' \qquad \int_0^b ds\cos^2\alpha\,\frac{J_s}{F} = J'$$

$$\int_0^a \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} = K' \qquad \int_0^b \sin\alpha\cos\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F} = L',$$

so daß die Formel nunmehr lautet:

$$X_1 = \frac{\frac{Pd}{l}\{F' + G'\} - P(H' + J') + \frac{Pd}{l}(K' - L')}{N}.$$

Der Nenner N ist wieder genau derselbe wie bei den lotrechten Lasten.

Für Zahlentabelle III gelten wieder dieselben Bemerkungen wie für Tabelle II. Das Vorzeichen muß in den verschiedenen Spalten mit besonderer Sorgfalt behandelt werden.

Reihe 6 gibt dann wieder die Ordinaten der Einflußlinie X aus wagerechten Lasten an, die auf Tafel I unten zur Einflußlinie zusammengetragen sind (s. nebenstehende Zahlentabelle III).

Damit ist die Festlegung der statisch unbestimmbaren Größe für dieses Bauwerk erledigt. Das negative Vorzeichen in Reihe 6 der Zahlentabelle III besagt, daß der Schub aus wagerechten Lasten die umgekehrte Richtung der in Kapitel II zur Feststellung der allgemeinen Formel vorausgesetzten angenommen hat.

Kapitel VII.

Zahlenbeispiel zum gelenklosen Bogen.

Als Beispiel für den gelenklosen Bogen soll ein größeres Bauwerk gewählt werden, um zu zeigen, daß auch bei großen Abmessungen der Gang der Untersuchung nicht verwickelter, wenn auch natürlich umfangreicher wird.

Es werde ein homogener massiver Bogen von 60^{m} Spannweite und 15^{m} Pfeil angenommen, die Achse desselben besteht aus einer ganz beliebigen Kurve. Es ist vorausgesetzt, daß die Höhe des Bogens veränderlich ist (s. Tafel III), und zwar ist h_s die Höhe im Scheitel zu $1{,}5^{\text{m}}$, h die Höhe im Kämpfer zu $2{,}4^{\text{m}}$ angenommen. Weiter ist angenommen, daß die Höhenzunahme linear verläuft, um irgendeine feste Annahme zu machen; ebensogut hätte sie aber nach irgendeinem anderen Gesetze angenommen werden können, bei der tatsächlichen Ausführung würde dann darauf zu achten sein, daß die gemachten Annahmen auch richtig bleiben. Dann wird nach den früheren Erwägungen $J_s : J = h_s^3 : h^3 = 1{,}5^3 : 2{,}4^3$ gleich 0,25.

Nach diesen Bogenabmessungen ist auch der Wert $J_s : F$, der für jeden Querschnitt verschieden wird, berechnet, er wird in der folgenden Tabelle angegeben, ist aber von verschwindendem Einflusse auf die Zahlenwerte der Rechnung.

Zahlentabelle II.

Laststellung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Reihe
$A' = \text{I}$	92 000	260 000	440 000	660 000	960 000	1 280 000	1 580 000	1 760 000	1 760 000	1 580 000	1 280 000	960 000	660 000	440 000	260 000	92 000	1
B'	+ 6	+ 13	+ 22	+ 32	+ 48	+ 62	+ 74,5	+ 81	+ 74,5	+ 62	+ 48	+ 32	+ 22	+ 13	+ 6	0	2
C'	+ 6	+ 13	+ 22	+ 32	+ 48	+ 62	+ 74,5	+ 81	+ 74,5	+ 62	+ 48	+ 32	+ 22	+ 13	+ 6	0	3
= II	b/l 0,99	0,97	0,94	0,91	0,85	0,76	0,71	0,57	0,43	0,32	0,22	0,15	0,09	0,06	0,03	0,01	4
$B' \frac{Js}{F} \frac{b}{l}$	+ 594	+ 1260	+ 2080	+ 2910	+ 4090	+ 4710	+ 5300	+ 4630	+ 3210	+ 1980	+ 1060	+ 480	+ 200	+ 80	+ 20	+ 0	
= III	a/l 0,01	0,03	0,06	0,09	0,15	0,22	0,32	0,43	0,57	0,71	0,76	0,85	0,91	0,94	0,97	0,99	5
$C' \frac{Js}{F} \frac{a}{l}$	+ 6	+ 40	+ 132	+ 290	+ 720	+ 1360	+ 2390	+ 3490	+ 4260	+ 4420	+ 3650	+ 2720	+ 2000	+ 1220	+ 580	0	
I+II+III=IV	+ 92 600	+ 261 300	+ 442 200	+ 663 200	+ 964 800	+ 1 286 070	+ 1 587 450	+ 1 768 100	+ 1 768 100	+ 1 587 450	+ 1 286 070	+ 964 800	+ 663 200	+ 442 200	+ 261 300	+ 92 600	6
D'	6 442 000																7
E'	24 300																8
$D' + E' = \text{V}$	6 466 300																9
$\frac{\text{IV}}{\text{V}}$ = Einfluß-ordinate	+ 0,0144	+ 0,0405	+ 0,0683	+ 0,103	+ 0,149	+ 0,195	+ 0,246	+ 0,274	+ 0,274	+ 0,246	+ 0,195	+ 0,149	+ 0,103	+ 0,0683	0,0405	0,0144	10

Zahlentabelle III.

Last in	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Reihe
F' in dcm³	− 38 400	− 93 600	− 138 400	− 204 480	− 360 480	− 588 480	− 1 068 500	− 1 778 500	− 2 708 500	− 3 718 500	− 4 500 000	− 5 386 000	− 6 033 000	− 6 713 000	− 8 403 000	− 8 783 000	1
G' in dcm³	+ 8 403 000	+ 6 713 000	+ 6 033 000	+ 5 386 000	+ 4 500 000	+ 3 718 500	+ 2 708 500	+ 1 778 500	+ 1 068 500	+ 588 480	+ 360 480	+ 201 480	+ 138 400	+ 93 600	+ 38 400	0	II
I + II	+ 8 364 600	+ 6 619 400	+ 5 894 600	+ 5 181 520	+ 4 139 520	+ 3 130 020	+ 1 640 000	0	− 1 640 000	− 3 130 020	− 4 139 520	− 5 181 520	5 894 600	− 6 619 400	8 364 600	− 8 783 000	III
H' in dcm³	− 6 186 000	− 5 896 000	− 5 733 000	− 5 533 000	− 5 174 000	− 4 752 000	− 4 021 000	− 3 211 000	− 2 401 000	− 1 670 000	− 1 258 000	− 899 000	− 699 000	− 536 000	− 250 000	0	1
d/l	$\frac{2}{30} = 0{,}066$	$\frac{5}{30} = 0{,}166$	$\frac{6{,}8}{30} = 0{,}227$	$\frac{18{,}5}{30} = 0{,}284$	$\frac{10{,}3}{30} = 0{,}343$	$\frac{12{,}3}{30} = 0{,}41$	$\frac{13{,}8}{30} = 0{,}46$	$\frac{14{,}8}{30} = 0{,}495$	0,495	0,46	0,41	0,343	0,281	0,227	0,166	0,066	
J' in dcm	− 24 100	− 23 800	− 23 200	− 22 450	− 21 200	− 19 100	− 15 900	− 12 150	− 8 400	− 5 200	− 3 100	− 1 850	− 1 100	− 500	− 200	0	2
K' in dcm	+ 600	+ 1 300	+ 2 200	+ 3 200	+ 4 800	+ 6 200	+ 7 400	+ 8 100	+ 7 450	+ 6 200	+ 4 800	+ 3 200	+ 2 200	+ 1 300	+ 600	0	IV
L' in dcm	− 600	− 1 300	− 2 200	− 3 200	− 4 800	− 6 200	− 7 450	− 8 100	− 7 450	− 6 200	− 4 800	− 3 200	− 2 200	− 1 300	− 600	− 0	V
$K'\ d/l$ in dcm	IV d/l = − V d/l, hebt sich also bei der Addition fort.																3
$L'\ d/l$ in dcm																	4
III · d/l	+ 551 000	+ 1 100 000	+ 1 340 000	+ 1 470 000	+ 1 420 000	+ 1 260 000	+ 755 000	0	− 810 000	− 1 450 000	− 1 690 000	− 1 750 000	− 1 670 000	− 1 500 000	− 1 881 000	− 580 000	5
1+2+3+4+5 = Zähler =	− 7 565 910	− 4 819 800	− 4 411 000	− 4 085 450	− 3 775 200	− 3 511 100	− 3 281 900	− 3 223 000	− 3 219 000	− 3 125 200	− 2 951 000	− 2 650 000	− 2 370 000	− 2 036 000	− 1 631 000	− 580 000	
N = Nenner	6 466 300																
$\frac{Z}{N}$ = Ordinate von X_1 in t	− 0,875	− 0,743	− 0,682	− 0,631	− 0,582	− 0,542	− 0,508	− 0,497	− 0,495	− 0,483	− 0,456	− 0,410	− 0,367	− 0,314	− 0,253	− 0,090	6

Die Achse des Bogens ist nun nach Tafel II in wagerechten Abständen von je 2^{m} in die Bogenteile ds geteilt, deren Halbierungspunkte zugleich als Lastangriffspunkte angenommen werden, so daß 30 Lastangriffspunkte entstehen, durch deren Lote die erforderlichen fünf Seilecke gezeichnet werden. Zur Herstellung der tatsächlichen Einflußlinien ist nachher dann nur noch jeder zweite Lastpunkt verwandt worden, so daß alle 4^{m} eine Einflußordinate errechnet wird.

In der folgenden Tabelle I sind nun die maßgebenden Bogenabmessungen, sowie die sonstigen Werte, die zur Zeichnung der Seilecke erforderlich sind, zusammengestellt.

Anmerkungen zu Tabelle I:

Spalte 3 entsteht nach $\frac{J_s}{J} = \frac{h_s^3}{h^3}$ veränderlich für jede Laststellung, worin h zwischen $2{,}4^{m}$ und $1{,}5^{m}$ wechselt.

Spalte 4 wird aufaddiert und die zeichnerische Auftragung auf Tafel II nachgeprüft.

Spalte 5 ist nach geschätzten Werten von F für jede Laststellung verschieden ermittelt. Sämtliche Bezeichnungen gehen aus den Abb. 8 bis 10 des Kapitels III hervor.

Tabelle I.

Spalte	1	2	3	4		5	
Laststellung	y in m	ds in m	$\frac{J_s}{J}$	$ds\frac{J_s}{J} = L$	x	$\frac{J_s}{F}$	$\frac{J_s}{F}\,ds$
I	+ 13,68	2,960	0,25	0,75	— 29	0,14	0,415
II	+ 11,60	2,790	0,27	0,76	— 27	0,15	0,415
III	+ 9,82	2,650	0,30	0,79	— 25	0,15	0,398
IV	+ 8,16	2,530	0,32	0,81	— 23	0,15	0,365
V	+ 6,82	2,430	0,35	0,85	— 21	0,16	0,390
VI	+ 5,48	2,350	0,38	0,89	— 19	0,16	0,374
VII	+ 4,40	2,270	0,42	0,95	— 17	0,17	0,365
VIII	+ 3,40	2,210	0,46	1,01	— 15	0,17	0,375
IX	+ 2,52	2,140	0,49	1,05	— 13	0,18	0,387
X	+ 1,78	2,100	0,55	1,16	— 11	0,18	0,378
XI	+ 1,20	2,070	0,61	1,26	— 9	0,19	0,394
XII	+ 0,70	2,040	0,68	1,38	— 7	0,20	0,409
XIII	+ 0,39	2,020	0,75	1,52	— 5	0,20	0,404
XIV	+ 0,15	2,000	0,84	1,68	— 3	0,20	0,400
XV	+ 0,03	2,000	0,94	1,88	— 1	0,20	0,400
XVI	+ 0,03	2,000	0,94	1,88	+ 1	0,20	0,400
XVII	+ 0,15	2,000	0,84	1,68	+ 3	0,20	0,400
XVIII	+ 0,39	2,020	0,75	1,52	+ 5	0,20	0,404
XIX	+ 0,70	2,040	0,68	1,38	+ 7	0,20	0,409
XX	+ 1,20	2,070	0,61	1,26	+ 9	0,19	+ 0,398
XXI	+ 1,78	2,100	0,55	1,16	+ 11	0,18	0,378
XXII	+ 2,52	2,140	0,49	1,05	+ 13	0,18	0,387
XXIII	+ 3,40	2,210	0,46	0,95	+ 15	0,17	0,575
XXIV	+ 4,40	2,270	0,42	0,89	+ 17	0,17	0,374
XXV	+ 5,48	2,350	+ 0,38	0,85	+ 19	0,16	0,390
XXVI	+ 6,82	2,430	+ 0,35	0,81	+ 21	0,16	0,365
XXVII	+ 8,16	2,530	+ 0,32	0,79	+ 23	0,15	0,398
XXVIII	+ 9,82	2,050	0,30	0,76	+ 25	0,15	0,415
XXIX	+ 11,60	2,790	0,27	0,76	+ 27	0,15	0,415
XXX	+ 13,68	2,960	0,25	0,75	+ 29	0,14	0,415

$\Sigma\, ds \frac{J_s}{J} = L = 33{,}48^{m}$.

Hiernach sind nun auf Tafel II und III genau nach den im Kapitel III angestellten Ueberlegungen die zur Herstellung der statisch unbestimmbaren Größen erforderlichen Seilecke gezeichnet, jedem Seilecke ist die Größe, zu deren Bestimmung es dient, beigeschrieben.

Eine besondere Annehmlichkeit ist es, daß es sehr leicht ist, die Richtigkeit der Seilecke auf rechnerischem Wege nachzuprüfen, denn, da die Seilecke alle aufeinader beruhen bzw. auf nur zwei Grundseilecken, den Seilecken I und III beruhen, so genügt es, die Integrale, die den zuletzt entstehenden Seilecken entsprechen, auch rechnerisch herzustellen, um den Nachweis der Richtigkeit aller zeichnerischen Werte zu erhalten. Dies sind die Integrale:

$$\int_{-l/2}^{+l/2} ds\,\frac{J_s}{J}\,y^2 = C \text{ und } \int_{-l/2}^{+l/2} ds\,\frac{J_s}{J}\,x^2 = A.$$

Die Werte A und C werden in Tabelle II rechnerisch hergestellt und dann mit den auf zeichnerischem Wege gewonnenen Werten verglichen, wobei sich eine sehr gute Uebereinstimmung ergeben wird. Weiter muß, ehe zur eigentlichen Ermittelung der statisch nicht bestimmbaren Größen übergegangen wird, noch betont werden, daß es von besonderer Wichtigkeit für die Richtigkeit des Ergebnisses ist, daß der Wert von y_0, dessen Bedeutung aus Kapitel III hervorgeht, sehr genau ermittelt wird. Es genügt nicht, wenn y_0, wie es im Seileck III geschehen ist, nur auf zeichnerischem Wege gefunden wird, sondern es muß auf rechnerischem Wege, möglichst auf drei Dezimalstellen genau, nachgeprüft werden, was vermittels einer Momentengleichung, die für den Schwerpunkt der Sehnenfläche des Bogens aufgestellt wird, geschehen kann. Die Größe von y_0 ist von ausschlaggebender Wichtigkeit für die statisch nicht bestimmbaren Größen, diese Rechnung ist daher im Anschluß an Tabelle II noch angegeben.

Tabelle II.

Laststellung	y^2	$ds\,\frac{J_s}{J}$	$y^2\,ds\,\frac{J_s}{J}$	x	x^2	$ds\,\frac{J_s}{J}$	$x^2\,ds\,\frac{J_s}{J}$
I	$+13{,}68^2$	0,75	+ 140,0	— 29	+ 841	0,75	620
II	$+11{,}60^2$	0,76	+ 102,4	— 27	+ 729	0,76	551
III	$+9{,}82^2$	0,79	+ 76,9	— 25	+ 625	0,79	490
IV	$+8{,}16^2$	+ 0,81	+ 54,0	— 23	+ 529	0,81	426
V	$+6{,}82^2$	0,85	+ 39,5	— 21	+ 441	0,85	372
VI	$+5{,}48^2$	+ 0,89	+ 26,7	— 19	+ 361	+ 0,89	320
VII	$+4{,}40^2$	0,95	+ 18,4	— 17	+ 289	+ 0,95	272
VIII	$+3{,}40^2$	1,01	+ 11,8	— 15	+ 225	+ 1,01	226
IX	$+2{,}52^2$	1,05	+ 6,7	— 13	+ 169	+ 1,05	166
X	$+1{,}78^2$	1,16	+ 3,7	— 11	+ 121	+ 1,16	140
XI	$+1{,}20^2$	1,26	+ 1,8	— 9	+ 81	+ 1,26	101
XII	$+0{,}70^2$	1,38	+ 0,7	— 7	+ 49	+ 1,38	66
XIII	$+0{,}39^2$	1,52	+ 0,2	— 5	+ 25	+ 1,52	37
XIV	$+0{,}15^2$	1,68	+ 0,3	— 3	+ 9	+ 1,68	14
XV	$+0{,}03^2$	1,88	+ 0,02	— 1	+ 1	+ 1,88	2,0
$C = 2\,\Sigma y^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = 965$			482,9	$A = 2\,\Sigma x^2\,ds\,\frac{J_s}{J} = 7606$			3803

Die zeichnerische Ermittelung ergibt nach Seileck II und IV $A = 7625$, $C = 965{,}6$, also eine genügend genaue Uebereinstimmung. Damit ist die Richtigkeit aller Seilecke nachgeprüft.

Zur Ermittelung von y_0 dient die folgende Momentengleichung, die die Momente der in wagerechter Richtung aufgefaßten gedachten Kräfte $ds\,\frac{J_s}{J}$ bezüglich der Schwerpunktsachse darstellt, also die Lage der Mittelkraft der gedachten Kräfte $ds\,\frac{J_s}{J}$ und damit y_0 festlegt.

$$0{,}75\,x + 0{,}76\,(x - 2{,}08) + 0{,}79\,(x - 3{,}86) + 0{,}81\,(x - 5{,}52) + 0{,}85\,(x - 6{,}86) + 0{,}89\,(x - 8{,}20) + 0{,}95\,(x - 9{,}28) + 1{,}01\,(x - 10{,}28) + 1{,}05\,(x - 11{,}16) + 1{,}16\,(x - 11{,}90) + 1{,}26\,(x - 12{,}48) + 1{,}38\,(x - 12{,}98) + 1{,}52\,(x - 13{,}29) + 1{,}68\,(x - 13{,}58) + 1{,}88\,(x - 13{,}65) = 0.$$

Daraus folgt $x = 10{,}104$ m und daraus $y_0 = 13{,}680 - 10{,}104 = 3{,}576$ m.

Mit diesem Werte ist in den folgenden Tabellen zu rechnen.

Nachdem nun so die beiden Tafeln II und III gezeichnet und nachgeprüft sind, kann dazu übergegangen werden, nach den gefundenen Formeln für X_1 und X_2 für lotrechte und wagerechte Lasten die statisch unbestimmten Größen zu ermitteln. Wie schon gesagt, soll dies geschehen für Laststellungen von 4 zu 4 m, mit $x = 28{,}24, \ldots 4{,}0$ m. Irgendwelche Erläuterungen zu den folgenden Tabellen sind nicht mehr erforderlich, da diese schon im Kapitel III ausführlich gegeben sind.

Berechnung von X_1 aus lotrechten Lasten nach der Formel:

$$X_1 = \frac{P}{A+B}\,(A_r + B_r - x_0^r\,L_r\,a).$$

I. Berechnung der von der Laststellung unabhängigen Glieder: $A = \int_{+l/2}^{-l/2} ds\, x^2 \frac{J_s}{J}$ aus Seileck II.

$A = 0{,}1582 \cdot 0{,}12 \cdot 0{,}10 \cdot 200 \cdot 100 = 7620\ ^{m^3}$.

$B = \int_{+l/2}^{-l/2} ds \sin^2 \alpha \frac{J_s}{F}$ aus den Dreiecksfiguren der Tafel III.

$B = (0{,}228 + 0{,}195 + 0{,}176 + 0{,}138 + 0{,}120 + + 0{,}1 + 0{,}084 + 0{,}074 + 0{,}058 + 0{,}045 + 0{,}030 + + 0{,}025 + 0{,}018 + 0{,}012 + 0{,}006)\ 2 = 2{,}618 =$ rund $3\ ^{m^3}$. $A + B = 7623\ ^{m^3}$.

II. Berechnung der von der Laststellung abhängigen Glieder.

In der folgenden Zahlentabelle III gibt Spalte IX die Ordinaten der Einflußlinie für X_1 aus lotrechten Lasten an. Für die Auftragung dieser Einflußlinie ist auf Tafel IV der Kräftemaßstab $1\ ^{cm} = 0{,}4\ ^t$ gewählt worden.

Tabelle III.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Last in Punkt	A_r m³	B_r m³	L_r m	x_0^r m	a m	$L_r x_0^r a$ m³	m³ $[A_r + B_r - x_0^r L_r a]$	in t $X_1 = \frac{Z}{N}$
I	+ 6986	+ 2,39	+ 32,73	— 0,66	+ 28	— 610	+ 7598	+ 0,991
II	+ 5945	+ 2,02	+ 31,18	— 1,95	+ 24	— 1460	+ 7407	+ 0,970
III	+ 5147	+ 1,76	+ 29,52	— 3,28	+ 20	— 1950	+ 7099	+ 0,930
IV	+ 4155	+ 1,58	+ 27,68	— 4,76	+ 16	— 2100	+ 6657	+ 0,871
V	+ 4163	+ 1,445	+ 25,62	— 6,25	+ 12	— 1930	+ 6094	+ 0,798
VI	+ 3922	+ 1,370	+ 23,20	— 8,00	+ 8	— 1482	+ 5405	+ 0,719
VII	+ 3819	+ 1,327	+ 20,30	— 9,90	+ 4	— 803	+ 4623	+ 0,606
VIII	+ 3803	+ 1,309	+ 16,74	— 12,50	+ 0	0	+ 3804	+ 0,500
IX	+ 3787	+ 1,291	+ 13,18	— 15,20	— 4	+ 803	+ 2985	+ 0,391
X	+ 3684	+ 1,248	+ 10,28	— 17,92	— 8	+ 1482	+ 2203	+ 0,288
XI	+ 3443	— 1,173	+ 7,86	— 20,40	— 12	+ 1930	+ 1514	+ 0,198
XII	+ 3051	+ 1,041	+ 5,80	— 22,40	— 16	+ 2100	+ 952	+ 0,125
XIII	+ 2459	+ 0,857	+ 3,96	— 24,60	— 20	+ 1950	+ 510	+ 0,067
XIV	+ 1661	+ 0,599	+ 2,30	— 26,5	— 24	+ 1460	+ 202	+ 0,026
XV	+ 620	0,228	+ 0,75	— 29,0	— 28	+ 610	+ 10	+ 0,002

Berechnung von X_2 aus lotrechten Lasten nach der Formel:

$$X_2 = \frac{P L_r}{C + D - y_0^2 L}\left[x_0^r y_0 - \frac{E_r - F_r}{L_r} - a\,(y_0 - y_0^r)\right].$$

I. Berechnung der von der Laststellung unabhängigen Glieder:

$L = 33{,}48\ ^m$ (s. Spalte 4, Tabelle I, und Krafteck I auf Tafel II).

$C = 965\ ^{m^3}$ (s. zahlenmäßige Nachrechnung in Tabelle II und Seil- und Krafteck IV auf Tafel II). Aus Seil- und Krafteck IV auf Tafel II ergibt sich:

$C = 0{,}0806 \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}12 \cdot 200 \cdot 200 \cdot 100 = 965\ ^{m^3}$.

$D = \int_{+l/2}^{-l/2} \cos^2 \alpha\, ds \frac{J_s}{F} = 2\,(0{,}188 + 0{,}225 + 0{,}226 + + 0{,}226 + 0{,}270 + 0{,}278 + 0{,}300 + 0{,}306 + 0{,}331 + + 0{,}333 + 0{,}364 + 0{,}376 + 0{,}390 + 0{,}394 + 0{,}403) = = 9{,}22\ ^{m^3}$ (s. Dreieckszerlegungen auf Tafel III).

$y_0 = 3{,}58\ ^m$ (s. Nachrechnung durch Momentengleichung und Seileck III auf Tafel II).

$y_0^2 = 12{,}80\ ^{m^2}$.

$y_0^2 \cdot L = 429\ ^{m^3}$.

$C + D - y_0^2 L = 965 + 9{,}22 - 429 = 545{,}22\ ^{m^3}$.

II. Berechnung der von der Laststellung abhängigen Werte.

Spalte XV der umstehenden Tabelle IV gibt wieder die Ordinaten der Einflußlinie für X_2 aus lotrechten Lasten an. Die Einflußlinie ist auf Tafel IV gezeichnet.

Berechnung von X_3 aus lotrechten Lasten nach der Formel:

$$X_3 = -X_1\, l/2 + X_2\,(f - y_0) + 1 \cdot \frac{L_r}{L}\,(a - x_0^r).$$

Diese Gleichung geht ohne weiteres aus der Gl. VI) des Kapitels IV hervor. Werden die Werte des Zahlenbeispiels eingesetzt, so erhält man:

$l/2 = 30\ ^m$ $f = 15\ ^m$ $f - y_0 = 11{,}424\ ^m$ $y_0 = 3{,}576\ ^m$ und danach für die verschiedenen Laststellungen:

Laststellung	$-X_1\,l/2$ in tm	$+X_2\,(f-y_0)$ in tm	$+1\cdot\frac{L_r}{L}\,(a-x_0^r)=$ in tm	Ordinate der Einflußlinien X_3 in tm
I	$-30\cdot 0{,}991$	$+0{,}012\cdot 11{,}424$	$+\frac{32{,}73}{33{,}48}(28+0{,}66)$	$-1{,}5$
II	$-30\cdot 0{,}970$	$+11{,}424\cdot 0{,}137$	$+\frac{31{,}18}{33{,}48}(24+1{,}95)$	$-3{,}03$
III	$-30\cdot 0{,}930$	$+11{,}424\cdot 0{,}305$	$+\frac{29{,}52}{33{,}48}(20+3{,}28)$	$-3{,}92$
IV	$-30\cdot 0{,}871$	$+11{,}424\cdot 0{,}48$	$+\frac{27{,}68}{33{,}48}(16+4{,}76)$	$-3{,}43$
V	$-30\cdot 0{,}798$	$+11{,}424\cdot 0{,}672$	$+\frac{25{,}62}{33{,}48}(12+6{,}25)$	$-2{,}24$
VI	$-30\cdot 0{,}719$	$+11{,}424\cdot 0{,}839$	$+\frac{23{,}20}{33{,}48}(8+8)$	$-0{,}82$
VII	$-30\cdot 0{,}606$	$+11{,}424\cdot 0{,}969$	$+\frac{20{,}30}{33{,}48}(4+9{,}9)$	$+1{,}37$
VIII	$-30\cdot 0{,}500$	$+11{,}424\cdot 1{,}033$	$+\frac{16{,}74}{33{,}48}(0+12{,}30)$	$+3{,}05$
IX	$-30\cdot 0{,}391$	$+11{,}424\cdot 0{,}969$	$+\frac{13{,}18}{33{,}48}(-4+15{,}20)$	$+3{,}72$
X	$-30\cdot 0{,}288$	$+11{,}424\cdot 0{,}839$	$+\frac{10{,}28}{33{,}48}(-8+17{,}92)$	$+4{,}06$
XI	$-30\cdot 0{,}198$	$+11{,}424\cdot 0{,}672$	$+\frac{7{,}86}{33{,}48}(-12+20{,}40)$	$+3{,}66$
XII	$-30\cdot 0{,}125$	$+11{,}424\cdot 0{,}480$	$+\frac{5{,}80}{33{,}48}(-16+22{,}4)$	$+2{,}86$
XIII	$-30\cdot 0{,}067$	$+11{,}424\cdot 0{,}305$	$+\frac{3{,}96}{33{,}48}(-20+24{,}60)$	$+2{,}04$
XIV	$-30\cdot 0{,}026$	$+11{,}424\cdot 0{,}137$	$+\frac{2{,}30}{33{,}48}(-24+26{,}5)$	$+0{,}96$
XV	$-30\cdot 0{,}002$	$+11{,}424\cdot 0{,}012$	$+\frac{0{,}75}{33{,}48}(-28+29)$	$+0{,}10$

Hierbei sind die zugehörigen Werte von X_1 und X_2 aus den Zahlentabellen III und IV entnommen. Die Einflußlinie von X_3 ist dann hiernach auf Tafel V aufgetragen.

Berechnung von X_1 aus wagerechten Lasten nach der Formel:

$$X_1 = \frac{P}{A+B}\,(E_r - F_r - L_r\,b\cdot x_0^r).$$

In dieser Formel sind die folgenden Werte schon bekannt:

$A = 7620$ m³

$B = 2{,}618$ m³

$1:[A+B] = 0{,}000131$ m³.

Spalte VIII in umstehender Tabelle V stellt wieder die Ordinaten der Einflußlinie für X_1 aus wagerechten Lasten dar. Die Einflußlinie ist auf Tafel IV gezeichnet. Das negative Vorzeichen der Ordinaten gibt an, daß für die angenommene Richtung von P von links nach rechts der Auflagerdruck X_1 am linken Widerlager immer nach unten gerichtet ist, wie es ja natürlich ist.

Berechnung von X_2 aus wagerechten Lasten nach der Formel:

$$X_2 = \frac{P L_r}{C+D-y_0^2 L}\left[y_0^r(b+y_0) - b\,y_0 - \frac{C_r+D_r}{L_r}\right].$$

$$C_r = \int_a^{-l/2} y^2\,ds\,\frac{J_s}{J}. \qquad D_r = \int_a^{-l/2} \cos^2\alpha\,ds\,\frac{J_s}{F}.$$

Spalte XV, umstehender Tabelle VI, gibt wieder die Ordinaten der Einflußlinie für X_2 aus wagerechten Lasten an. Die Einflußlinie ist auf Tafel IV gezeichnet.

Berechnung von X_3 aus wagerechten Lasten nach der Formel:

$$X_3 = 1\cdot\frac{L_r}{L}\,(b-y_0^r) + X_2\,(f-y_0) - X_1\,l/2.$$

Diese Gleichung geht ohne weiteres aus der Gl. XII) des Kapitels IV hervor. Werden wieder die Werte des Zahlenbeispiels eingesetzt, so erhält man für die verschiedenen Laststellungen:

Last in	$1\cdot\frac{L_r}{L}\,(b-y_0^r)$ in tm	$+X_2\,(f-y_0)$ in tm	$-X_1\,l/2=$ in tm	Ordinate der Einflußlinie X_3 aus wagerechten Lasten in tm
I	$\frac{32{,}73}{33{,}48}(12{,}64-3{,}35)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}992)$	$+30\cdot 0{,}0029$	$-2{,}24$
II	$\frac{31{,}18}{33{,}48}(8{,}99-3{,}00)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}900)$	$+30\cdot 0{,}0238$	$-4{,}00$
III	$\frac{29{,}52}{33{,}48}(6{,}15-2{,}76)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}786)$	$+30\cdot 0{,}0529$	$-4{,}40$
IV	$\frac{27{,}68}{33{,}48}(3{,}9-2{,}71)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}630)$	$+30\cdot 0{,}085$	$-3{,}77$
V	$\frac{25{,}62}{33{,}48}(2{,}15-2{,}59)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}571)$	$+30\cdot 0{,}118$	$-3{,}80$
VI	$\frac{23{,}20}{33{,}48}(0{,}95-2{,}73)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}518)$	$+30\cdot 0{,}145$	$-2{,}80$
VII	$\frac{20{,}30}{33{,}48}(0{,}27-3{,}01)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}502)$	$+30\cdot 0{,}166$	$-2{,}46$
VIII	$\frac{16{,}74}{33{,}48}(0-3{,}58)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}500)$	$+30\cdot 0{,}170$	$-2{,}40$
IX	$\frac{13{,}18}{33{,}48}(0{,}27-4{,}45)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}499)$	$+30\cdot 0{,}166$	$-2{,}39$
X	$\frac{10{,}28}{33{,}48}(0{,}95-5{,}57)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}478)$	$+30\cdot 0{,}145$	$-2{,}56$
XI	$\frac{7{,}86}{33{,}48}(2{,}15-6{,}82)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}421)$	$+30\cdot 0{,}118$	$-2{,}37$
XII	$\frac{5{,}80}{33{,}48}(3{,}90-8{,}20)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}339)$	$+30\cdot 0{,}085$	$-2{,}28$
XIII	$\frac{3{,}96}{33{,}48}(6{,}15-9{,}70)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}229)$	$+30\cdot 0{,}053$	$-1{,}94$
XIV	$\frac{2{,}30}{33{,}48}(8{,}99-11{,}40)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}116)$	$+30\cdot 0{,}024$	$-0{,}79$
XV	$\frac{0{,}75}{33{,}48}(12{,}64-13{,}60)$	$+11{,}424\cdot(-0{,}013)$	$+30\cdot 0{,}0029$	$-0{,}083$

Tabelle IV.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Last P in	L_r m	$\frac{L_r}{C+D-y_0^2 L}$	x_0^r m	$x_0^r y_0$ m²	F_r m³	$F_r - E_r$ m³	E_r m³	$\frac{F_r - E_r}{L_r}$ m²	y_0^r m	$y_0 - y_0^r$ m	a m	$(y_0 - y_0^2)\, a$ m²	[. . . .]	in t $X_2 = \frac{P L_r}{C+D-y_0^2 L}$ [. . . .]
I	32,73	0,0602	— 0,66	— 2,38	— 0,203	+ 296,8	— 297	+ 9,04	+ 3,35	+ 0,23	+ 28	+ 6,46	0,199	0,012
II	31,18	0,0572	— 1,95	— 7,00	— 0,606	+ 729,4	— 730	+ 23,35	+ 3,00	+ 0,58	+ 24	+ 13,97	2,38	0,137
III	29,52	0,0542	— 3,28	— 11,80	— 0,948	+ 1003	— 1004	+ 33,85	+ 2,76	+ 0,82	+ 20	+ 16,44	5,61	0,305
IV	27,68	0,0510	— 4,76	— 17,75	— 1,268	+ 1159	— 1160,2	+ 41,80	+ 2,71	+ 0,87	+ 16	+ 13,85	9,50	0,480
V	25,62	0,0472	— 6,25	— 22,45	— 1,540	+ 1244,2	— 1245,7	+ 48,50	+ 2,59	+ 0,99	+ 12	+ 11,85	14,20	0,672
VI	23,20	0,0427	— 8,00	— 28,80	— 1,760	+ 1280,2	— 1282	+ 55,20	+ 2,73	+ 0,85	+ 8	+ 6,80	19,60	0,839
VII	20,30	0,0374	— 9,90	— 35,60	— 1,895	+ 1289,2	— 1291,8	+ 63,50	+ 3,01	+ 0,57	+ 4	+ 2,30	25,80	0,969
VIII	16,74	0,0318	— 12,50	— 44,90	— 1,940	+ 1290,6	— 1292,6	+ 77,20	+ 3,58	0	+ 0	0	32,30	1,033
IX	13,18	0,0242	— 15,20	— 54,80	— 1,895	+ 1289,2	— 1291,8	+ 98,20	+ 4,45	— 0,87	— 4	+ 3,48	39,92	0,969
X	10,28	0,0189	— 17,92	— 64,20	— 1,760	+ 1280,2	— 1282	+ 124,50	+ 5,57	— 1,99	— 8	+ 15,92	44,38	0,839
XI	7,86	0,0144	— 20,40	— 73,1	— 1,540	+ 1244,2	— 1245,7	+ 158,50	+ 6,82	— 3,24	— 12	+ 38,80	46,60	0,672
XII	5,80	0,0166	— 22,40	— 80,7	— 1,268	+ 1159	— 1160,2	+ 200,00	+ 8,20	— 4,62	— 16	+ 740	45,30	0,480
XIII	3,96	0,0073	— 24,60	— 88,7	— 0,948	+ 1003	— 1004	+ 253,00	+ 9,70	— 6,12	— 20	+ 122,4	41,90	0,305
XIV	2,30	0,0042	— 26,50	— 95,2	— 0,606	+ 729,4	— 730	+ 316,00	+ 11,40	— 7,82	— 24	+ 188,2	32,60	0,137
XV	0,75	0,0014	— 29,00	— 104,2	— 0,203	+ 296,8	— 297	+ 395,50	+ 13,68	— 10,10	— 28	+ 283	8,30	0,012

Tabelle VI.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Last P in	$\frac{L_r}{C+D-Ly_0^2}$	y_0^r m	b m	y_0 m	$b + y_0$ m	$(b+y_0)\, y_0^r$ m²	$b\, y_0$ m²	C_r m³	D_r m³	$C_r + D_r$ m³	L_r m	$\frac{C_r + D_r}{L_r}$ m²	[. . . .] m²	X_2 t
I	0,0602	+ 3,35	12,64	3,58	16,22	+ 54,5	+ 45,5	+ 825,8	+ 9,032	+ 834,8	32,73	+ 25,45	— 16,45	— 0,192
II	0,0572	+ 3,00	8,99		12,57	+ 37,71	+ 32,3	+ 646,5	+ 8,581	+ 655,1	31,18	+ 20,30	— 14,89	— 0,900
III	0,0542	+ 2,76	6,15		9,73	+ 26,90	+ 22,1	+ 553	+ 8,085	+ 561,1	29,52	+ 19,05	— 14,25	— 0,786
IV	0,0510	+ 2,71	3,90		7,48	+ 20,30	+ 14,0	+ 507,9	+ 7,507	+ 515,4	27,68	+ 18,58	— 12,28	— 0,630
V	0,0472	+ 2,59	2,15		5,73	+ 14,93	+ 7,72	+ 489,4	+ 6,870	+ 496,3	25,62	+ 19,33	— 12,12	— 0,571
VI	0,0427	+ 2,73	0,95		4,53	+ 12,40	+ 3,41	+ 483,9	+ 6,173	+ 490,0	23,20	+ 21,10	— 12,11	— 0,518
VII	0,0374	+ 3,01	0,27		3,85	+ 11,60	+ 0,97	+ 483	+ 5,407	+ 488,4	20,30	+ 24,10	— 13,47	— 0,502
VIII	0,0318	+ 3,58	0,00	3,58	3,58	+ 12,80	+ 0	+ 482,9	+ 4,610	+ 487,5	16,74	+ 29,10	— 16,30	— 0,500
IX	0,0242	+ 4,45	0,27		3,85	+ 17,20	0,97	+ 482,8	+ 3,818	+ 486,5	13,18	+ 36,85	— 20,62	— 0,499
X	0,0189	+ 5,57	0,95		4,53	+ 25,30	+ 3,41	+ 481,9	+ 3,052	+ 485,0	10,28	+ 47,20	— 25,31	— 0,478
XI	0,0144	+ 6,82	2,15		5,73	+ 39,30	+ 7,72	+ 476,4	+ 2,355	+ 478,8	7,86	+ 60,80	— 29,22	— 0,421
XII	0,0106	+ 8,20	3,90		7,48	+ 61,30	+ 14,00	+ 457,9	+ 1,718	+ 459,6	5,80	+ 79,30	— 32,00	— 0,339
XIII	0,0073	+ 9,70	6,15		9,73	+ 94,80	+ 22,1	+ 412,8	+ 1,14	+ 413,9	3,56	+ 104	— 31,30	— 0,229
XIV	0,0042	+ 11,40	8,99		12,57	+ 143,5	+ 32,3	+ 319,3	+ 0,644	+ 320,0	2,30	+ 138,8	— 27,6	0,116
XV	0,0014	+ 13,68	12,64		16,22	+ 223	+ 45,4	+ 140,0	+ 0,188	+ 140,1	0,75	+ 186,8	— 9,3	— 0,013

Hierbei sind wieder die zugehörigen Werte von X_1 und X_2 aus den Zahlentabellen V und VI entnommen. Die Einflußlinie von X_3 aus wagerechten Lasten ist dann hiernach auf Tafel V aufgetragen.

Damit sind die Einflußlinien für X_1, X_2 und X_3 gefunden, die nun in gewohnter Weise ausgenutzt werden können.

Hiernach kann also die Abhandlung als abgeschlossen betrachtet werden, zum Schlusse werde noch bemerkt, daß sich bei der zahlenmäßigen Verfolgung des Verfahrens folgende beachtenswerte Annehmlichkeiten, abgesehen von der größeren Genauigkeit der Formeln, ergeben haben:

1. Die Festlegung der verschiedenen Maßstäbe ist klar und einfach, wie es sonst bei mehrfach statisch unbestimmten Bauwerken nicht der Fall zu sein pflegt.

2. Die zeichnerischen Ermittelungen maßgebender Werte können in einfacher und rascher Weise durch wenige Rechnungsvorgänge nachgeprüft werden.

3. Durch die zeichnerische Methode wird eine große Klarheit der Anschauung hervorgerufen, die leichter als bei rein tabellarischer Rechnung erkennen läßt, wenn Fehler gemacht werden.

Tabelle V.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Last P in	$E_r - F_r$ m³	L_r m	x_0^r m	b m	$L_r\, x_0^r\, b$ m³	[....] m³	X_1 t
I	— 296,8	32,73	— 0,66	+ 12,64	— 275	— 21,8	— 0,00286
II	— 729,4	31,18	— 1,95	+ 8,99	— 548	— 181,4	— 0,0238
III	— 1003	29,52	— 3,28	+ 6,15	— 599	— 404	— 0,0529
IV	— 1159	27,61	— 4,76	+ 3,90	— 572	— 647	— 0,0848
V	— 1244,2	25,62	— 6,25	+ 2,15	— 345	— 899,2	— 0,118
VI	— 1280,2	23,20	— 8,00	+ 0,95	— 176	— 1104,2	— 0,145
VII	— 1289,2	20,30	— 9,90	+ 0,27	— 54,3	— 1235,6	— 0,166
VIII	— 1290,6	16,74	— 12,50	+ 0	0	— 1290,6	— 0,170
IX	— 1289,4	13,18	— 15,20	+ 0,27	— 54,3	— 1235,6	— 0,166
X	— 1280,2	10,28	— 17,92	+ 0,95	— 176	— 1104,2	— 0,145
XI	— 1244,2	7,86	— 20,40	+ 2,15	— 345	— 899,2	— 0,118
XII	— 1059	5,80	— 22,40	+ 3,90	— 572	— 647	— 0,0848
XIII	— 1003	3,96	— 24,60	+ 6,15	— 599	— 404	— 0,0529
XIV	— 729,4	2,30	— 26,50	+ 8,99	— 548	— 181,4	— 0,0238
XV	— 296,8	0,75	— 29,00	+ 12,64	— 275	— 218	— 0,00286

Literaturverzeichnis.

Föppl, Vorlesungen über technische Mechanik (Band III).
Navier, Résumé des leçons de mécanique.
Ritter, Lehrbuch der höheren Mechanik.
Castigliano, Théorie de l'équilibre des systèmes et ses applications.
Müller-Breslau, Die graphische Statik der Baukonstruktionen.
O. Binder, Ueber den Einfluß der Vernachlässigung der Achsialkraft bei Berechnung von Bogenbrücken mit eingespannten Kämpfern.
Jori Schächterle, Mehrteilige Bogenrahmen.
Mohr, Technische Mechanik.

Das Holz als Baustoff.

Mitteilungen aus dem Bauingenieur-Laboratorium der Technischen Hochschule Hannover.

Von Geh. Regierungsrat Prof. G. Lang.

(Fortsetzung zu S. 124.)

Gemeinsame Eigenschaften der Nadel- und Laubhölzer.

Während bei Bambus und anderen Baumgräsern die sogenannte Rinde fehlt, also nur Mark und Gefäßbündel vorhanden sind, versteht man bei den folgenden Baumarten unter „Holz" den von Bast und Rinde befreiten Teil der Stämme, Aeste und Wurzeln baum- und strauchartiger Gewächse, deren Grundgewebe auf eine meist sehr dünne Markröhre zusammengeschrumpft ist, die aber ein regelmäßiges Dickenwachstum in sogenannten Jahrringen zeigen und sich durch beides auch von den übrigen Spitzkeimern unterscheiden. Auch sie bauen sich aus zahllosen kleinen Zellen auf, die man zum richtigen Verständnis des Holzes zuerst kennen lernen muß.

Die Zellenarten und ihre Aufgaben.

Die Zellen des Holzes gliedern sich in drei Gruppen, deren jede ihre besondere Aufgabe zu erfüllen hat; es kommt allerdings vor, daß eine Gruppe ganz fehlt und durch besonders geformte Ausbildung eines Teiles einer anderen Gruppe ersetzt wird; letzterer scheidet dann aber meist für seine ursprüngliche Aufgabe ganz oder teilweise aus (z. B. die breitfaserigen Leitzellen der Nadelhölzer als Ersatz der Stützzellen). Aber auch dann ist die Ordnung des Zellstaates eine streng geregelte, die sich in die drei Hauptaufgaben: 1. der Wasserleitung, 2. der Stützung und Aussteifung des Stammes, 3. der Ernährung des ganzen Baumes gliedert.

Der Querschnitt der meisten Zellen ist so klein, daß sie mit bloßem Auge gar nicht zu erkennen sind;

auch mit der Lupe lassen nur wenige sich deutlich unterscheiden. Eine Ausnahme bilden manche Gefäße mit 0,1 bis 0,5 ^{mm} Weite. Die Länge der Zellen ist manchmal so groß, daß sie wenigstens als Rille oder Ritze im Längenschnitt mit bloßem Auge wahrnehmbar sind. Abmessungen unter 0,1 ^{mm} sind deutlich nur noch mit der Lupe zu sehen, solche unter 0,02 ^{mm} nur noch mit Mikroskop. Die Hauptabmessungen der Zellen s. Seite 433. Zuerst müssen sie aber beschrieben werden.

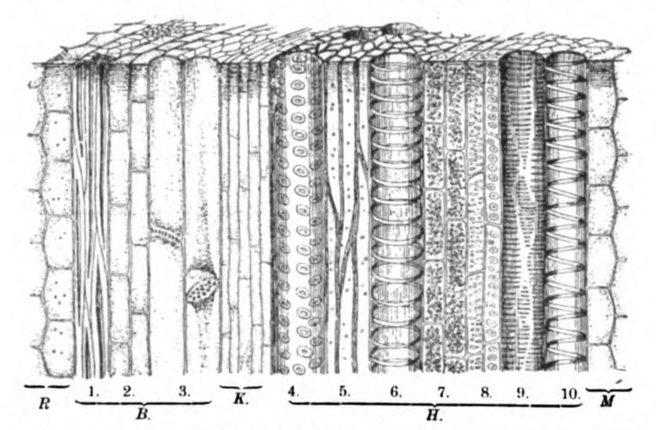
Jede Zelle ist äußerlich umgrenzt durch die Zellhaut, die oft aus mehreren Schichten besteht. In ihrem Innern enthalten die Zellen entweder nur Luft oder Luft und Wasser oder nur Zellsaft oder alle drei.

„Der Zellsaft ist (nach Haberlandt a. a. O.[24]), S. 33) im allgemeinen eine wässerige klare Flüssigkeit von saurer Gegenwirkung (Reaktion), in der verschiedene anorganische, besonders aber organische Stoffe gelöst sind. Von der Art dieser Stoffe hängt es ab, welche Bedeutung dem Zellsaft für das Leben der Pflanze zukommt.“

1. Leitzellen und Gefäße[38]), auch Wasserzellen genannt, dienen als Leitbahnen für das aus den Wurzeln nach den Zweigen und Blättern aufsteigende Wasser und der in ihm gelösten anorganischen Nährsalze, Farbstoffe, sowie des so wichtigen Stickstoffes, den die Pflanzen nicht unmittelbar aus der Luft, sondern nur aus dem Boden aufnehmen können. Im Safttrieb leiten sie auch den Inhalt der Nährzellen nach den Knospen.

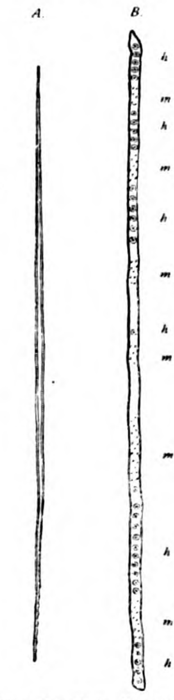
Die Leitzellen (Tracheïden[38])) sind demnach Gruppen von Zellen, deren Längserstreckung in der Richtung der Stämme, Aeste und Zweige liegt. Wagrechte Richtung zeigen nur die Markstrahlen des Stammes, sowie die Leitzellen der Aeste mancher Nadelhölzer; ihre Anzahl ist aber verschwindend klein gegenüber den lotrecht gerichteten im Verband aneinander gereihten Hauptleitzellen der Baumstämme; ihre Verbindung untereinander erfolgt durch die in den Seitenwänden der Leitzellen liegenden einfachen und gehöften Tüpfel, die genau aufeinander passen und mit Schließhäuten (Membranen) versehen sind, betreffs deren auf Wiesner a. a. O.[23]), Bd. II, S. 8 verwiesen sei. Die Enden dieser Zellen sind mehr oder weniger abgeschrägt, so daß sie in gutem Verband übereinandergreifen und bei den Nadelhölzern auch die Stützzellen zu ersetzen vermögen (vgl. später).

Für den Wasserbedarf der Nadelhölzer sind diese, ihren Hauptbestandteil bildenden Leitzellen ausreichend, für Laubhölzer mit ihrer starken Verdunstung durch die Blätter aber nicht; deshalb ist bei letzteren die Anzahl der Leitzellen eingeschränkt bzw. ein Teil derselben ist ersetzt durch Gefäße (Tracheen[38])), die durch Aneinanderwachsen (Zellfusion) mit Auflösung oder Durchbrechung der oberen und unteren Enden der weitesten unter den Leitzellen entstanden sind und mehr oder weniger lange, den Aufstieg des Wassers sehr erleichternde Röhren bilden (von einigen mm bis zu 3 ja 5 ^{m} Länge), deren Wände aber einer Aussteifung bedürfen, entweder durch Querwände (Bild 19) oder gleichmäßige Verdickung oder streifen-, ring- oder schraubenförmig verlaufende, bzw. bandartige Leistenverstärkungen, wie sie in Bild 16 schematisch an verschieden geformten Gefäßen veranschaulicht sind. Die Enden der Gefäße sind entweder gitterförmig durchbrochen, wie *b* in Bild 19, oder derart offen, daß die oberen und unteren Wände zu einem weiten Ring eingeschrumpft sind. Manche sind zum Teil lochartig, zum Teil leiterförmig durchbrochen, wie das weitlichtige (weitlumige[42])) Gefäßglied *a* in Bild 19; die Franzosen nennen diese Gefäße „vaisseaux“. Die treibenden Kräfte für das Aufsteigen des Wassers in den Leitzellen und besonders in den weiten Gefäßen bis zur Spitze hoher Bäume sind noch nicht genügend erklärt. Die Haarröhrchenkraft (Kapillarität) reicht dafür nicht aus. Auch der Druck der in jeder Zelle eingeschlossenen und beim Wasseraufstieg zusammengepreßten Luftteilchen soll nicht ausreichen. Wie weit der osmotische Druck mitwirkt, ist noch Streitfrage.



R Rindenzellen; B = Bastteil: 1. Bastfasern, 2. Leitzellen, 3. Siebröhren; K = Verdickungschicht (Kambiumring); H = Holzteil: 4. Tüpfelgefäß, 5. Stützzellen (Holzfasern), 6. Ringgefäß, 7. Nährzellen mit Stärkekörnern, 8. Leitzellen, 9. Netzgefäß, 10. Schraubengefäß; M = Markröhre (nach Schmeil 27)).

Bild 16. *Uebersichtlicher Strahlschnitt durch Gefäße von Laubbäumen.*



A = Stützzelle einer Eiche V. 32/1; B = Leitzelle einer Fichte mit runden Hoftüpfeln bei h und kleiner schiefer Tüpfelspalte bei m nach H. & W., I, S. 14, V. 20/1.

Bild 17.

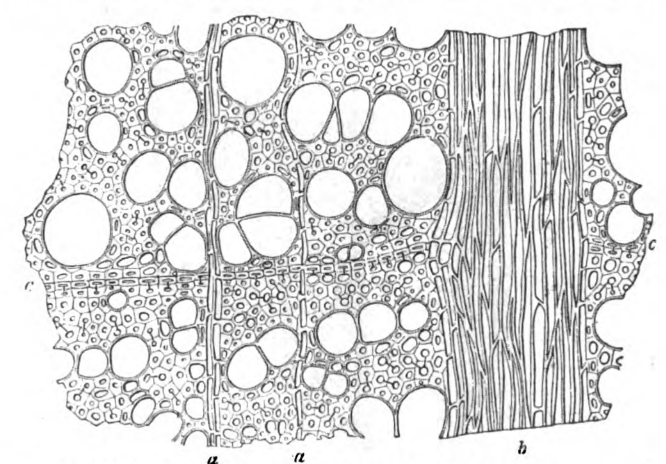
Füllzellen (Thyllen) nennt man solche Gefäße, welche ganz oder teilweise durch dünnwandige Ausstülpungen benachbarter Nährzellen in die Hohlräume der Gefäße verstopft sind. Solche Verstopfungen kommen auch bei einheimischen Kern- und Reifholzbäumen (s. S. 434) vor, besonders häufig aber in den Tropen, wo darin Nährstoffe und anorganische Ausfüllungen, wie kristalliner kohlensaurer Kalk und amorphe Kieselsäure abgelagert

---

[38]) Die Gefäße werden noch häufig als Tracheen bezeichnet, einem Worte, abgeleitet aus trachys = rauh, uneben, daher tracheia = die Luftröhre wegen der knorpelartigen Ansätze der tierischen Luftröhre, denen ähnliche sich als Verdickungsstreifen auch in den Gefäßen finden, so daß man früher die Pflanzengefäße für Atmungswerkzeuge hielt, was irrig ist. Heute ist daher auch in unseren Botanikbüchern die Bezeichnung Tracheen mehr und mehr zugunsten der Bezeichnung Gefäße verschwunden. Um so sinnwidriger ist die noch allgemein übliche Beibehaltung des Namens Tracheïden (d. h. kleine Tracheen) für die Leitzellen, aus denen die Gefäße der Laubhölzer sich bilden.

sind. Letztere tragen zur Dauer und Steifigkeit der Hölzer bei, erstere nur zur Anhäufung von Vorräten für die trockene Jahreszeit; in gefällten Stämmen wird durch die organischen Nährstoffe aber Wurmfraß und Fäulnis begünstigt, sie müssen daher tunlichst entfernt werden (s. Fällzeit und Nachbehandlung).

Die eigentlichen Leitzellen sind dünnwandig und weitlichtig (weitlumige sogenannte Leitungstracheïden). Bei Nadelhölzern ist dies besonders im Frühholz nötig, sie heißen dort auch Rundfasern; nachdem aber der Bedarf für die Wasserleitung gedeckt ist, werden sie bei weisem Forstbetrieb immer dickwandiger, flacher und enger, so daß sie als Ersatz der Stützzellen dienen und dann Breitfasern (Fasertracheïden) heißen. Bei Laubhölzern ist diese Verdickung zu Breitfasern nicht nötig; wegen des größeren Wasserbedarfs im Frühjahr sind aber deren Gefäße im Frühholz weiter als im Spätholz (vgl. Bild 18).



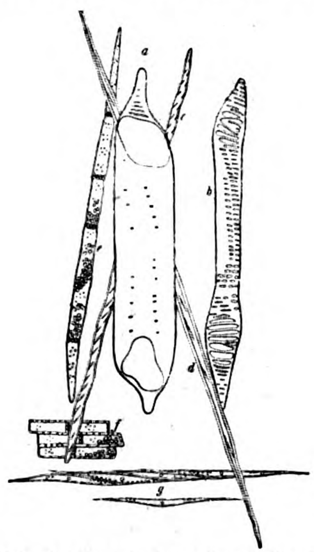
a a = schmale Markstrahlen; b = breiter Markstrahl; c c = Jahrringgrenze; die dickwandigen, eckigen und englichtigen Zellen sind Stützzellen; die ebenso großen, aber weitlichtigen Zellen sind Nähr- oder Leitzellen. Unterhalb c c Spätholz des älteren, oberhalb c c Frühholz des nächsten Jahrringes.

Bild 18. *Querschnitt durch Rotbuchenholz. V. 100/1, nach R. Hartig.*

2. **Stützzellen** oder **Holzfasern** (auch Festigungsgewebe, Libriformfasern oder Sklerenchymzellen[39]) genannt), sind schmale, aber dickwandige langgestreckte und zugespitzte Zellen mit engem leeren Hohlraum. Sie dienen zur Aussteifung des Baumes; ihre Enden stehen daher in gutem Verband untereinander, um den Stamm zug-, druck- und biegfest zu machen. Sie sind ziemlich gleichmäßig im Jahrring der Laubbäume verteilt. Bei den Spitzkeimern finden sie sich nur als Begleiter der Gefäßbündel, bei Nadelhölzern gar nicht (Ersatz durch die Breitfasern). Ihre Längsform zeigt Bild 17 bei *A* und 19 bei *d*. Ihr Querschnitt ist meist vieleckig, so daß sie sich tunlichst dicht aneinanderschmiegen (s. Bild 18).

Prosenchymzellen[40]), d. h. ineinandergeschobene Zellen ist ein zusammenfassender Name für alle langgestreckten Zellfasern, also Leit-, Stütz- und Bastzellen. Die Bezeichnung ist unvollständig und überflüssig, da **Zellfasern** das gleiche kürzer und deutlicher ausdrückt und auch die Nährfasern umfaßt.

3. **Nährzellen** (Parenchymzellen)[40]) oder Speicherzellen enthalten die Stoffe zur Ernährung der übrigen Zellen, zur Regelung des Stoffwechsels und zur Aufspeicherung der Nährstoffe während der Winterruhe. Im Kernholz s. S. 434 ist der Inhalt dieser Zellen abgestorben oder zur Bildung von **Kernstoffen** (Gummi, Harze, Gerbstoffe) verwendet; die Wände der Nährzellen sind im Gegensatz zu den Gefäßen und Leitzellen stets einfach



a = weitlichtiges[42]) Gefäß mit völlig aufgelösten Querwänden; b = kleines Gefäß mit treppenförmig durchbrochenen Querwänden; c = Leitzelle, deren Hoftüpfel durch die Trennung (Maceration) unkenntlich geworden sind; d = Stützzelle; e = Strangnährzellen, deren Einzelzellen Stärkemehlkörner enthalten; f = kurze Nährzellen (Mauerzellen) der schmalen Markstrahlen a a, Bild 18; g = lange Nährzellen aus der Mitte des breiten Markstrahls b von Bild 18.

Bild 19. *Getrennte Darstellung einzelner Zellen der Rotbuche nach R. Hartig. V. 66/1.*

getüpfelt. Je nach ihrer Form und Lage unterscheidet man **kurze**, im Längsschnitt meist rechteckige, wie im Mauerverband nebeneinanderliegende **Nährzellen**, die in den schmalen Markstrahlen liegen, daher auch Mauerzellen genannt (Strahlenparenchym[40])) (Bild 19 bei f) und den langgestreckten **Nährzellfasern**, die in manchen **breiten Markstrahlen** (Bild 18 bei b und 19 bei g) vorkommen; seltener treten sie als lotrecht stehende Nährzellenfasern oder Strangnährzellen (Strangparenchym) auf, sei es in der Nähe der Gefäße und Gefäßgruppen mit den Leitzellen vereint, sei es in Gruppen, die unregelmäßig im Umfang einzelner Jahrringe verlaufen und dann in dem sonst dunkeln Kernholz z. B. der Eiche als feine helle Linien erscheinen. Der Hauptteil der Nährzellen liegt aber in den Markstrahlen.

Das Uebereinandergreifen der verschiedenen Zellen einer Pflanze nennt man ihr **Zellgewebe**.

Zwischenzellräume (Intercellularen). Die Zellen eines Gewebes schließen sich, solange sie jung sind, eng aneinander. Später aber spaltet sich nicht selten die Scheidewand, die ursprünglich je zweien gemeinsam war, der Länge nach; die Zellwände sind dann mit je einer sogenannten Mittellamelle umhüllt (vgl. S. 106) und rücken häufig soweit auseinander, daß sie nur noch auf kurze Strecken zusammenstoßen. Es entstehen dadurch zwischen ihnen kleine (in den Blättern oft größere) Lücken, die im lebenden Holzteil mit Luft erfüllt sind und mit zur Herbeischaffung des zur Ernährung notwendigen Sauerstoffes dienen; im Kernteile füllen sie sich jedoch oft mit Kernstoffen, die die Zellen gummiartig verleimen, durch Wasserzufuhr aber zähflüssig werden und die bedeutend verminderte Druckfestigkeit nassen Holzes bedingen (vgl. S. 105),

[39]) **Libriformzellen** von liber (lat. u. französ.) = Bast, weil sie im Bast in ähnlicher Form als Bastfasern vorkommen. Sklerenchym von skleros (griech.) trocken, hart, en = in (oder ein) und chyo = gieße, schütte, also das hart und trocken Eingegossene oder Eingeschüttete (Gewebe), eine sehr gequälte Bezeichnung, die durch „**Stützzellen**" viel klarer und kürzer ausgedrückt wird.

[40]) **Parenchym** von para = neben und enchym wie bei [39]); dies Wort bezeichnet also im Gegensatz zu Prosenchym (von pros = hinzu) das **nebeneinander** Gegossene oder Geschüttete, Gelagerte, eine gleichfalls gequälte und ungenügende Bezeichnung, welche dazu nötigt, noch zwischen Strahlenparenchym in den Markstrahlen und Strangparenchym zwischen den Holzfasern, also Nährzell**fasern**, zu unterscheiden. Da letztere häufig einzeln, nicht in Reihen auftreten, so enthält in diesem Fall der Name einen Widerspruch in sich selbst. „Doch eben wo Begriffe fehlen, da stellt ein Wort zu rechter Zeit sich ein."

bei Nadelhölzern bilden sie sich oft zu Harzgängen aus (s. später).

Zum Verständnis der Ernährung, des Wachstums und der Fäulnis des Holzes müssen wir auch noch die Rindenteile der Baumstämme kurz besprechen (vgl. Bild 16).

Zwischen Holzteil und äußerer Rinde oder Borke befindet sich noch die Verdickungsschicht und die innere Rinde oder der Bast, bestehend aus Siebröhren, aus Leitzellen, hier kurz Bastzellen genannt, und aus Bastfasern.

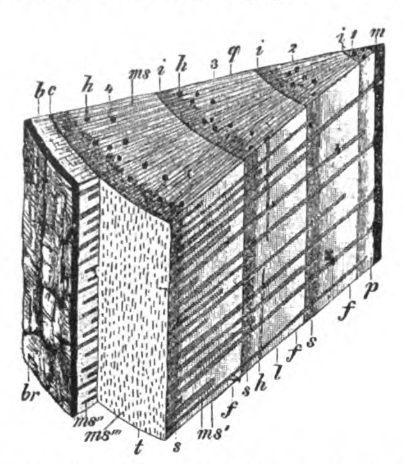
Die Verdickungschicht (Kambiumring[41]) besteht aus einem Ringe von teilfähigen Zellen, die zur Zeit des Wachstums nach innen zu Holzzellen, nach außen zu aber Bastzellen abstoßen, auch durch Neubildung von Nebenmarkstrahlen (s. unten) den sich stetig vergrößernden Umfang des Stammes geschlossen erhalten.

Die sogenannten Reize, welche die Zellen zur Teilung veranlassen, sind noch strittig (vgl. a. a. O.[7]), Bd. III, S. 650 ff.), wir wissen nur, daß auch äußere Verletzungen zu Zellenteilung führen; daher Wundheilung durch die sogenannten „Ueberwallungen" (s. ebenda S. 659).

Die Siebröhren (Bild 16, B, 3) liegen hinter der Verdickungschicht und dienen zur Zuleitung der Nährstoffe, besonders des dickflüssigen Eiweißes, aus den Blättern abwärts nach den Wurzeln und seitwärts nach den Markstrahlen hin. Diese letzteren verlängern sich mit dem Dickenwachstum ebenfalls stetig durch Zuwachs in ihrer Längenrichtung; da außerdem mit der Zunahme des Umfanges des Stammes die Hauptmarkstrahlen immer weiter auseinanderrücken, müssen neue Markstrahlen zwischen ihnen eingeschaltet werden, um die Ernährung der lotrechten Fasern zu ermöglichen; es sind dies die sogenannten Nebenmarkstrahlen, die nicht wie die Hauptmarkstrahlen von der Markröhre ausgehen, sondern je nach Bedarf im Holzkörper beginnen, im übrigen aber wie die Hauptmarkstrahlen strahlenförmig nach außen wachsen. Ihre Eiweißnahrung erhalten sämtliche Markstrahlnährzellen aus den Siebröhren, ebenso wie ihre Verlängerungen im Baste.

Zwischen und hinter den Siebröhren liegen zartwandige Bastzellen, die wie die Leitzellen des Holzteils Wasser führen, sowie die dickwandigen englichtigen[42]) Bastfasern, die den Stützzellen des Holzteils entsprechen und bei manchen Bäumen, z. B. bei Linden, so stark entwickelt sind, daß die Tischler ihre Pinsel daraus herstellen. Nach außen sind sie abgeschlossen durch die Korkzellen der Rinde, welche die Oberhaut der jungen Stämme, die mit dem Dickenwachstum gesprengt wird und sich in Fetzen ablöst, ersetzen; die jungen Rindenzellen vermehren sich durch Teilung mehr oder weniger lebhaft, die äußeren verkorken, d. h. sie bilden leere mit einer elastischen fast luft- und wasserdichten Zellhaut abgeschlossene sogenannte Korkzellen, die eine dichte äußere Rinde bilden und das Innere durch ihre schlechte Wärmeleitung gegen das Austrocknen durch Sonnenstrahlen wie gegen den Winterfrost schützen. Da diese Korkzellen sich im Ueberfluß bilden, so schilfert der Ueberschuß entweder ständig ab, wie z. B. bei Buche, Platane usw., man hat dann glattrindige Bäume, oder es bilden sich ganze Korkpolster, die beim Dickenwachstum des Stammes äußerlich aufreißen und dann eine rauhe Borke bilden (Eiche, Fichte, Robinie), die technisch verwertbar ist und bei der Korkeiche alle zehn Jahre abgeschält und zu den heute so vielbegehrten Korkstoffen verwendet wird[43]). Ausführliches über Kork s. bei Wiesner[23]) Bd. I, und Beauverie[44]) Bd. II.

Bild 16 (aus Schmeil a. a. O.[27]) S. 322) zeigt die Grundzüge eines Strahlschnittes durch einen einjährigen Laubholzstamm von der Rinde (links) bis zur Markröhre (rechts) in sehr starker Vergrößerung. Man sieht die verschiedenen Gefäßformen und die Aneinanderreihung der Bast-, Leit-, Stützzellen und Nährfasern. Um das Bild nicht zu verwirren, ist bei diesem Strahlschnitt absichtlich vermieden, einen der Markstrahlen zu treffen. Letztere (die Spiegel vgl. S. 108) erscheinen dagegen deutlich in Bild 20,



Der Hirnschnitt q zeigt Harzgänge h (vgl. später); m = Markröhre, ms = Haupt-, ms' = Nebenmarkstrahlen, ms'' = Baststrahlen, ms''' = Markstrahlen im Fladenschnitt; b = Bast; br = Rinde; c = Verdickungschicht (Kambium); i = Grenzen der Jahrringe 1, 2, 3 und 4; f = Frühholz; s = Spätholz; p = ursprüngliche (primäre) Holzteile. Anmerkung: Auf die Harzgänge h kommen wir beim Nadelholz zu sprechen.

Bild 20. *Keilausschnitt aus einem vierjährigen Kiefernstamm (nach Straßburger) V. 5/1.*

dem Keilausschnitt eines 4jährigen Kiefernstammes, allerdings in so geringer Vergrößerung, 6/1, daß nicht mehr die einzelnen Zellen, sondern nur ihre Zusammenfassung zu Gruppen (Bündeln) zu erkennen sind. Einzelheiten zu solchen Markstrahl- oder Spiegelschnitten folgen später. Auf das Grundgewebe (Mark), das zu einer dünnen abgestorbenen Markröhre zusammengeschrumpft ist, ferner auf die seltener vorkommenden Milchröhren (besonders bei Gummibäumen) und Kristallschläuche, d. h. Zellen, die Einzelkristalle von Kalziumoxalat umschließen und in tropischen Laubhölzern häufiger vorkommen, gehen wir hier nicht weiter ein, ebensowenig auf die sogenannten Geleitzellen und Kambiformzellen, deren Wirkung noch strittig ist (vgl. Haberlandt[24])), der auch noch einiges angibt (S. 40 und 284) über:

[41]) In vielen Büchern liest man schlechtweg „Kambium" (von Kambio = der Wechsel), was insofern ungenau ist, als dieses vieldeutige Wort ausdrücken soll, daß die betreffenden Zellen sich durch Teilung vermehren können. Solche teilbaren Zellen finden sich in allen Zweigspitzen und in den Markstrahlen, haben aber hier Längsteilung, während sie in der Verdickungschicht Querteilung haben d. h., sich in der Querrichtung in zwei Teile spalten. Um beide Arten zu unterscheiden, empfiehlt Haberlandt[24]) (S. 594) für die in Rede stehende Schicht mindestens „Kambiumring" zu sagen, zieht aber „Verdickungsring" vor. Säurich[26]) sagt: „Bildungsring", was weniger deutlich. Büsgen sagt: „Zuwachsschicht", andere Wachstumschicht.

[42]) Die Botaniker sagen meist englumig (von lumen = Licht), weil es sich um Zellen geringer Lichtweite handelt. Warum dieses Halbfremdwort, statt des meines Wissens von Büsgen eingeführten gut deutschen englichtig (bzw. weitlichtig)?

[43]) Es sei an dieser Stelle auch an die Blitzgefahr der Bäume erinnert, welche um so größer ist, je hochragender ihre Spitze und je rauher ihre Rinde, d. h. je weniger sie den Regen als ununterbrochenen Strang ablaufen läßt. Die glatte Rinde von Bäumen mit aufstrebenden Aesten, an denen die Regengüsse gleichmäßig nach dem Stamme zu ablaufen, vermindert die elektrische Spannung, also die Blitzgefahr, daher die alte Regel über das Verhalten bei Gewittern:

Vor den Eichen sollst Du weichen,
Vor den Fichten sollst Du flüchten,
Weg von Pappeln sollst Du zappeln,
Auch die Weiden sollst Du meiden,
Doch die Buchen darfst Du suchen,
Und bei Linden kannst Schutz Du finden.

Sicher sind freilich auch die zwei letzteren nicht. Blitzschäden an Ahorn und an Buchen zeigt Francé I, S. 190. Es kommt viel auf den Grundwasserstand an.

Die Größe der Zellen: Sie ist sehr verschieden, die meisten sind aber kleiner als 0,1 mm, also mit bloßem Auge kaum oder gar nicht wahrnehmbar. Am größten sind die **Gefäße**, deren Weite zwischen 0,02 bis 0,5 mm schwankt, und zwar auch bei verschiedenen Gefäßen des nämlichen Holzkörpers. Bei Eichen haben die weitesten im Frühholz 0,2 bis 0,3 mm ⌀, sind daher am gehobelten Hirnschnitt leicht erkennbar. Solche weiten Gefäße werden als **Poren** bezeichnet; ihre Länge ist im allgemeinen um so kleiner, je weiter sie sind und schwankt zwischen 1 cm bis zu 2, ja 5 m, letzteres nur bei Lianen. Die meisten haben höchstens einige Zentimeter Länge; bei Robinie kommen 1 m, bei Eiche sogar 2 m lange Gefäße vor.

Die **Leitzellen** sind enger, mit bloßem Auge im Hirnschnitt nicht zu erkennen; ihre Länge ist durchschnittlich 1 mm.

Die **Stützzellen** erreichen 0,3 bis 1,3 mm Länge, die **Bastfasern** meist über 1, manche über 10 mm Länge (Lein-, Hanf-, Lindenbast), aber nur geringe Dicke, 0,01—0,03 mm.

Der Durchmesser der Nährzellen schwankt nach Amelung zwischen 0,015 und 0,066 mm, nach Sachs noch in weiteren Grenzen (0,01—0,09 mm). Ihre Länge ist bei den kurzen Strahlzellen oft nicht größer als ihr Durchmesser, bei den **Nährfasern** aber etwas größer. Die Angaben in den Hauptlehrbüchern über die Größe der Zellen sind recht lückenhaft. Man ersieht nur, daß die wenigsten ohne Lupe oder Mikroskop wahrnehmbar sind. Eine Messung ist erst nach ihrer oft recht schwierigen Trennung voneinander (Maceration) möglich (Bild 18). Für die Festigkeit der Hölzer kommt also alles auf guten Verband und Verkittung an.

Die chemische Zusammensetzung der verholzten Zellwände ist noch nicht völlig klargelegt. Wir wissen nur, daß junge Zellen in der Hauptsache aus Zellstoff (Zellulose) m ($C_6H_{10}O_5$) bestehen, aber — ob sofort oder allmählich, scheint nicht allgemein festgestellt — aus den Nährzellen weitere Kohlenhydrate und aus den Nährsalzen Mineralien (Aschenbestandteile) — Stickstoff vielleicht aus beiden — aufnehmen und dadurch „**verholzen**". Die frühere Ansicht, daß sich der Holzstoff nur aus Zellstoff und Lignin zusammensetze oder mit letzterem inkrustiert sei, ist heute als ungenau erkannt; man kann nur sagen, daß die chemischen Bestandteile nach völliger Austrocknung, d. h. Darrung und nach Ausscheidung der Aschenbestandteile zwischen folgenden Grenzen schwanken, denen die Bestandteile des reinen Zellstoffs beigefügt sind:

Es enthält:	der Zellstoff	der Holzstoff	
an Kohlenstoff	44	49,9 bis 56,9	Gewicht - %
„ Wasserstoff	6	6 „ 6,6	„
„ Sauerstoff	50	37,4 „ 43,4	„
„ Stickstoff	0	0,9 „ 1,5	„

In welcher Weise diese Umwandlung vor sich geht, ist vorerst Geheimnis der Natur und mit unseren sinnreichsten Laboratorienversuchen noch ebensowenig aufgeklärt worden, wie die unten zu besprechende Umwandlung der Zellsäfte. Wir wissen nur, daß nach dieser Verholzung die inneren Kernteile austrocknen, daher am Kreislauf der Säfte fernerhin keinen oder nur ganz geringen Anteil nehmen, während die äußeren Jahrringe das Aufsteigen von Wasser und Nährsalzen fast ausschließlich vermitteln. Ein Beweis dafür ist u. a. der, daß, wenn auch das Innere alter Bäume völlig ausgefault ist, sie also hohl geworden sind, ihr Grünen und Wachsen noch jahrzehntelang fortdauern kann, so lange ihr Splint und ihre Rinde unbeschädigt bleibt.

Splint- und Kernholz. Mit der Verholzung und Austrocknung der älteren Teile des Stammes lagert sich in dessen Zellen auch ein Teil der aus dem Boden aufgesogenen Mineralien (auch Farbstoffe) ab, ferner Gerbstoffe, Harz, Gummi und andere Schutzstoffe, wodurch sich diese Holzteile verfärben (oft erst nachträglich an der Luft) und sich dadurch mehr oder weniger deutlich von den helleren jüngeren Jahrringen unterscheiden. Man bezeichnet diese inneren, an den Lebensäußerungen des Baumes nicht mehr teilnehmenden, aber die wertvollsten und dauerhaftesten Holzteile enthaltenden Jahrringe als **Kernholz**[44]), die äußeren noch an der Saftbewegung teilnehmenden Jahrringe als **Splintholz**.

Bäume, deren Kernfarbe sich scharf und deutlich vom hellen Splint abhebt, heißen **Kernholzbäume**. Tritt kein Farbunterschied auf, sind nur die inneren Ringe trockener (safttärmer), so nennt Nördlinger[8]) solche Bäume **Reifholzbäume**, was von R. Hartig[10]) (S. 26) angefochten wird, „weil der Laie damit zu leicht den Begriff des Unreifen (für den Splint) verbindet"; von Nördlinger wird die Trennung aber noch weiter ausgedehnt zu der Bezeichnung **Kernreifholz** für Bäume mit allmählichem Uebergang von Splint in gefärbtes Kernholz[45]). Wer das Bedürfnis fühlt, zwischen gefärbtem und ungefärbtem Kernholz noch besonders zu unterscheiden, mag für letzteres die Bezeichnung Reifholz wählen. Die meisten verzichten aber hierauf, verstehen also — wie im folgenden durchweg — unter **Splintholzbäumen** solche mit ungefärbtem Kern, und dann fällt auch der scheinbare Widerspruch, daß man vom Kern der Splintbäume spricht. Splint im Sinne von noch an der Saftbewegung teilnehmenden jüngeren Jahrringen haben alle Nadel- und Laubholzbäume, desgleichen Kern im Sinne von älteren wenig oder gar nicht mehr an der Wasserleitung beteiligten inneren Jahrringen. Sind letztere auch noch verfärbt, so heißen die betreffenden Bäume Kernholzbäume.

Falscher Kern und Faulkern. Verfärbungen des Holzes kommen aber auch bei Verwundungen oder Faulen der inneren Baumteile vor, die dann scharf von dem gesunden Kern zu unterscheiden sind, die wir daher als **falschen Kern** bezeichnen und als Krankheitserscheinung besonders bei der Rotbuche besprechen müssen. Ueber stellenweise Verfärbungen in der Splintzone, die von Wild-

[44]) J. Beauverie: Le Bois, Paris 1905 sagt Bd. I, S. 57: „Die Arbeiter nennen den Splint: aubier, den Kern: coeur du bois. Die Wissenschaft hat diese Namen angenommen, bezeichnenderweise aber das Kernholz auch als „bois parfait" oder „duramen" benannt." Bois parfait ist jetzt die häufigste Bezeichnung. Aubier kommt von lateinisch albarius, d. h. weißes Holz (Splint). S. 59 schildert Beauverie nach Emil Mer den Uebergang von Splint zu Kernholz durch 1. Verschwinden der Stärke, 2. Ersatz durch Gerbstoff (Tannin), 3. Umwandlung der großen Gefäße in Füllzellen (letzteres nicht immer völlig zutreffend). Die Engländer nennen den Kern heartwood = Herzholz, den Splint sapwood = Saftholz.

[45]) Nördlinger unterscheidet demnach a. a. O.[8]) S. 29:
1. **Kernbäume** mit Splint und gefärbtem Kern, wie Eiche, Apfelbaum, Robinie, Kastanie, Kiefer, Eibe, Lärche und viele Tropenhölzer;
2. **Kernreifholzbäume** mit Splint, Reifholz und Kern, mit allmälichem Uebergang von der hellen Splint- zur dunkleren Kernholzfarbe;
3. **Reifholzbäume**, bei denen der Splint ungefärbtes Kern-, also Reifholz umschließt, wie Buche, Tanne, Fichte;
4. **Splintbäume**, die ganz aus Splint bestehen, d. h. durchweg Wasser und Säfte leiten, wie Ahorn, Linde, Erle, Birke, Buchs, Espe und andere Pappelarten, Roßkastanien.

Bei letzterer Bezeichnung ist dann Splint nur im Sinne von gleichmäßiger Saftbewegung zu verstehen; ob dies in vollem Maße bei den genannten Baumarten zutrifft, wird von anderen bezweifelt. Nördlinger selbst hat in seinem späteren Werk 8a die Unterscheidungen 2 und 4 nicht mehr genannt; bei Krais[5]) S. 472 sind sie wieder hergeholt, was recht überflüssig. Wenn Nördlinger 1860 unter bois parfait nur das Reifholz verstanden wissen will, so widerspricht das dem heutigen französischen Sprachgebrauch[44]).

fraß, Krankheiten und Frostwirkungen herrühren, s. Nördlinger a. a. O.[8]) S. 32/4.

Bild 21 stellt hiernach den schematischen Querschnitt eines Nadel- oder Laubbaumstammes mit Rinde, Bast, Verdickungschicht und Holzteil dar, wobei in letzterem die Haupt- und Nebenmarkstrahlen angedeutet sind, ferner die oft unbestimmte, daher nur gestrichelte Grenze zwischen innerem trockenen Kern und äußerem wasserreicheren und

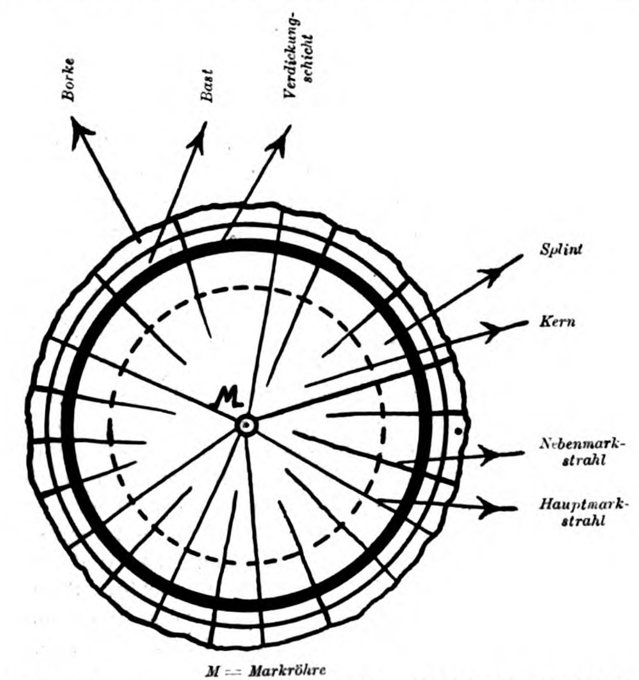


Bild 21. *Schematischer Querschnitt eines Nadel- oder Laubholzstammes.*

saftleitenden Splint. Das Verhältnis zwischen Kern- und Splintstärke ist ein so verschiedenes, daß es erst bei den einzelnen Baumarten angegeben werden kann. Als erläuterndes Beispiel diene:

Bild 22, das den wirklichen Querschnitt der Douglastanne (Pseudotsuga Douglasii) nach Wilhelm zeigt. Weiteres über dieses Holz s. S. 463.



Bild 22. *Stammscheibe eines Nadelholzes (Pseudotsuga Douglasii) mit sehr deutlichen Jahrringen. (Nach Wilhelm.)*

Der Kreislauf der Zellsäfte und das Dickenwachstum. Wir haben gesehen, daß die Wurzelfasern aus dem Boden Wasser, Stickstoff und Nährsalze aufsaugen, die durch die Leitzellen bis zur Spitze der Zweige und Blätter aufsteigen. Die Blätter verdunsten das überschüssige Wasser, nehmen aus der Luft Kohlensäure und Sauerstoff auf, verwandeln sie auf einem uns noch unbekannten Wege mit Hilfe des Wassers, der Nährsalze und des Stickstoffes unter der Sonnenbestrahlung in Nährstoffe, nämlich in Eiweißkörper — darunter den sogenannten Lebensstoff (Protoplasma) — und in Kohlenhydrate, welch letztere die Zusammensetzung ($C_x H_{2n} O_n$) haben, während die Eiweißstoffe außerdem noch N, S und P enthalten. Diese zwei Nährstoffe dienen teils zum Wachstum der Blätter, teils werden sie in der inneren Rinde (nicht im Splint) nach abwärts geführt und gelangen durch die Leitzellen des Bastes und der Siebröhren einerseits in die Nährzellen der Verdickungschicht und der Markstrahlen, andererseits hinab zu den Wurzeln, die sie zu neuem Wachstum und zur Tätigkeit im Hinaufbefördern von Wasser und Nährsalzen durch den Splint nach den Zweigen und Blättern befähigen und so den Kreislauf der Säfte während der wärmeren Jahreszeit schließen. Im Winter ruht diese Bewegung der Säfte; sie setzt wieder ein, wenn der Boden entsprechend erwärmt ist. Alsdann beginnt der Safttrieb, d. h. ein lebhaftes Aufsteigen von Wasser und Nährsalzen nach den Zweigen und Knospen, die sie zu neuer Blätter- und Blütenentwickelung bringen. Letzteres ist aber nur möglich durch Zufuhr der zwei Hauptnährstoffe, des Eiweiß und der Kohlenhydrate, besonders der Stärke. Diese zwei Stoffe sowie fette Oele sind, soweit sie nicht zum Ausreifen der Holzzellen während des Wachstums gedient haben, im Winter in den Nährzellen des Holzteils aufgespeichert worden — daher auch der Name Speicherzellen — und werden im Frühjahr von dem aufsteigenden Wasser gelöst[47]) und nach den Knospen geführt, wo sie solange die Ernährung zu leisten haben, bis die Blätter entwickelt sind, die dann selbst neue Nährstoffe erzeugen. Ohne kräftige Wasserzufuhr ist aber diese Tätigkeit nicht möglich, und zwar um so weniger, als ein Teil des Wassers durch die Blätter verdunstet. In sehr trockenen Sommern wird daher diese Lebenstätigkeit des Baumes auch bei uns gehemmt; es tritt dann eine zweite Ruhepause ein (vgl. Fällzeit). In den Tropen fehlt zwar die Winterruhe, dagegen treten oft mehrere Trockenpausen im Jahre ein. Die chemische Formel für Stärke ist n ($C_6 H_{10} O_5$), woraus ihre Verwandtschaft mit Zellstoff erhellt.

Die Form, in welcher die Nährstoffe während der Ruhepausen in den Nährzellen sich aufspeichern, ist verschieden. Entweder sammeln sich die Kohlenhydrate zu Stärkekörnern an, die ruhig liegen bleiben — solche Bäume werden als Stärkebäume[46]) bezeichnet —, oder die Stärke verwandelt sich in der Kälte teilweise in

[46]) Zu den Stärkebäumen zählen nach Haberlandt, Büsgen und Säurich die Eiche, Esche, Ahorn und die meisten anderen Harthölzer, aber auch bei diesen wird sie im Spätherbst teilweise in Zucker aufgelöst. Zu den Fettbäumen zählen die meisten Nadelhölzer, ferner Birke und Linde, Roßkastanie, Pappel, Weide und andere Weichhölzer. Während aber bei der Buche der Gehalt an Fett und Eiweißstoffen den ganzen Winter hindurch derselbe bleibt, vermindert sich der Rest von Stärke mit zunehmender Kälte, während der Zuckergehalt steigt. Nach Straßburger[56]) dagegen zeigt Rotbuche den kleinsten Stärkegehalt Ende November bis Mitte Dezember.

Nach Lutz: Physiologie der Holzgewächse 1895, S. 4, tritt bei der Buche erst im Mai, und zwar „fast plötzlich" fettes Oel im Holze auf. Was also bei den eigentlichen Fettbäumen im Spätherbst eintritt, findet bei der Buche schon im Mai statt, wenn auch nur mit einem kleinen Teil der Stärke, da durch die vorhergehende Ausbildung der Blätter die Speicherstoffe nahezu verbraucht sind. Trotzdem teilt Lutz die Buche den Stärkebäumen zu, sagt aber S. 18, daß sich die Einteilung in Stärke- und Fettbäume entweder nicht auf sämtliche Bäume ausdehnen läßt oder daß große Verschiedenheiten mitgerechnet werden müssen.

Ebermayer, Physiologische Chemie der Pflanzen, 1882, sagt S. 218, daß auch die Eiche ihre Stärke im Sommer verliert. Es scheint solche Umwandlung der Stärke in Fett im Sommer auch bei anderen Laubhölzern vorzukommen und für diese würde dann die Sommerfettzeit als günstigste Fällzeit erscheinen (s. dort). Hier ist nur das Bedenken zu erheben, daß dann die neuerdings beliebte Einteilung in Stärke- und Fettbäume nicht streng zutrifft, daß man vielmehr zwischen Winterstärkebäumen und Sommerstärkebäumen, oder zwischen Winterfett- und Sommerfettbäumen unterscheiden müßte.

Zuckerlösung, die dem Gefrieren weniger unterliegt, und deren Anhäufung die schädlichen Wirkungen der Kälte hemmt, oder endlich sie wandelt sich in öliges Fett um, weshalb solche Bäume als Fettbäume[46]) bezeichnet werden. Wie diese Umwandlung vor sich geht, wissen wir nicht. Ein Vertreter der organischen Chemie, den ich darum fragte, meinte scherzend: „Ja, wenn ich das wüßte, wäre mir der Nobelpreis sicher!" Die Umwandlung der Stärke in Zucker durch Frost ist uns aber eine ganz bekannte Erscheinung durch eines der reichlichst Stärke enthaltenden Knollengewächse, die Kartoffel, die beim Gefrieren süß wird. Noch besser gegen Kälteschäden wirkt die Umwandlung in Fett.

Die Teilung der Zellen der Verdickungschicht beginnt oben an den Sprossen, steigt allmählich am Stamm herab und endet (ab und zu mit einzelnen Unterbrechungen) bei uns nach Büsgen spätestens in der ersten Septemberhälfte, während sie in den Wurzeln noch länger fortdauern kann. Die abgetrennten Zellen recken sich und schieben sich ineinander, was zur Festigkeit des Baumes beiträgt, aber auch manchmal den sogenannten Drehwuchs erzeugt, vgl. später. So viel ist zum Verständnis der zwei folgenden Punkte erforderlich; alles Weitere über das Wachstum der Blätter und Blüten ist den Botanikbüchern zu entnehmen.

Die Jahrringe, ihr Frühholz und Spätholz. Im Frühjahr trennen sich bei den Nadelhölzern vom Verdickungring nur dünnwandige weitlichtige Leitzellen ab, in denen der Wasseraufstieg so leicht vor sich geht, daß im Sommer ein weiterer Bedarf nach Leitröhren nur in geringem Umfang vorhanden ist und statt dieser dünnwandigen Leitzellen sich mit fortschreitender Wärme dickwandigere Rundfasern und schließlich englichtige Breitfasern entwickeln, die dem Stamm Steifigkeit und Festigkeit verleihen und dunkler aussehen. Bei den Laubhölzern wird der Wasseraufstieg hauptsächlich durch die Gefäße besorgt, die daher im Frühjahr zahlreicher als im Sommer sich bilden und oft so weitlichtig sind, daß man sie im Hirnschnitt mit bloßem Auge als Poren erkennen kann; sie verleihen diesem Teil des Jahrrings ein helleres Aussehen als den Sommertrieben, in denen die dickwandigen und enganeinander gereihten Stützzellen der Holzfasern vorherrschen. Da sich an diesen dichten Spätholzring im nächsten Frühjahr unmittelbar die helleren Schichten des folgenden Jahrrings anschließen, so folgt, daß die einzelnen Jahrringe des Hirnholzschnittes sich mehr oder weniger deutlich voneinander abheben, daß aber auch innerhalb jedes Jahrrings zwei Schichten mehr oder weniger scharf sich unterscheidenlassen, das hellere Frühholz und das dunklere Spätholz (früher fälschlich Herbstholz genannt). Der Uebergang vom Früh- zum Spätholz ist bei einigen Bäumen ein ziemlich plötzlicher, bei anderen ein allmählicher. Man sieht leicht ein, daß das Frühholz nicht so fest sein kann wie das Spätholz, wie schon das Ueberfahren des gehobelten Hirnschnittes mit aufgedrücktem Fingernagel zeigt. Bei leichterem Nadelholz genügt schon der Wind und der von ihm angeworfene sandige Staub, um bald durch Zerstören der dünnwandigen Frühzellen tiefe Rillen in Hirn-, Spiegel- und Fladenschnitt hervorzurufen, wie alte Holzschnitzereien (z. B. im Museum zu Zürich) zeigen[48]). Selbst einfache Wasserströmung höhlt

[47]) Die Stärkekörner sollen nach Ansicht einzelner nie ganz gelöst, sondern nur in feinste Einzelkörnchen verteilt werden, die sich während der Winterruhe wieder zu größeren vereinigen. Die meisten neigen aber zu der Ansicht, daß in den Zellsäften die Lösung durch Enzyme vollständig bewirkt wird. Weiteres s. bei Haberlandt a. a. O.[24]) S. 378.

im Hirnholz von Eisbrecherpfählen das Frühholz tief aus (s. Bild 23). Die Größe der Vertiefungen, die im Laufe von Jahrhunderten entstanden, zeigen die zwei Längsschnitte *aa* und *bb*. Weiteres S. 453. Sehr rasch und deutlich zeigt sich dieser Härteunterschied unter dem Sandstrahlgebläse, wovon viele der späteren Bilder zeugen, mit Zahlenangaben über die Abnutzung.

Daraus folgt, daß breite Frühholz- und schmale Spätholz-Zonen ein viel minderwertigeres Holz liefern, als wenn das Breitenverhältnis umgekehrt ist, was sich bei Bestimmung des Raumgewichts ganz auffällig zeigt, vgl. S. 104 und 106, wo auch schon auf den viel verbreiteten Irrtum hingewiesen ist, als ob feinringiges Holz allgemein besser sei als grobringiges. Für Bauholz gilt dies nur dann, wenn in den einzelnen Jahrringen die Frühholzzone vorherrscht. Letzteres trifft aber nur bei ungünstig erwachsenen Bäumen zu, deren Fuß schon im

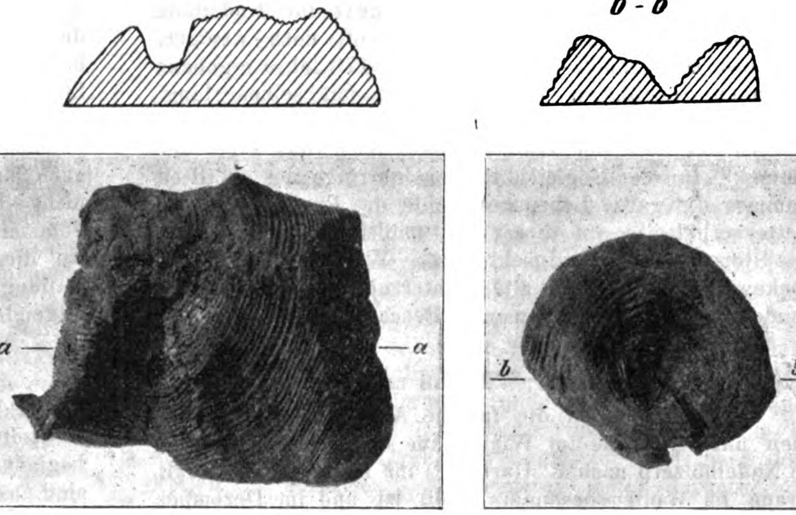


Bild 23.

ersten Frühjahr scharf von der Sonne beschienen wird. Der Forstwirt hat es größtenteils in der Hand, eine allzufrühe Besonnung des Waldbodens zu verhindern und dadurch die Entwickelung von zu vielem Frühholze zu hemmen. Da aber das Dickenwachstum hierdurch geringer wird, hat der Forstwirt erst dann Anlaß zu dieser Hemmung, wenn ihm das alsdann erzeugte wertvollere Holz auch entsprechend besser bezahlt wird. So lange aber der Einheitpreis für minderwertige Stämme gleich hoch ist wie für gute, liegt es in seinem Vorteil, möglichst viel minderwertiges Holz zu erzeugen, das dann meist auch nicht astrein ist, besonders bei freistehenden Bäumen[49]). Wir müssen hierauf bei der Besprechung der Astreinheit zurückkommen, die damit in engem Zusammenhang steht.

Aber trotz aller künftigen Fürsorge für Erzeugung guten Holzes werden sich doch Unterschiede in der Gesamtstärke der Jahrringe und in ihrem Verhältnis zwischen den Breiten der Früh- und Spätholzzone nicht ganz ver-

[48]) Ein hübsches Beispiel ist auch das stark ausgerillte Bodenbrett einer Getreiderinne aus alten Hamburger Kornspeichern, das jetzt im Museum des Botanischen Gartens in Hamburg zu sehen ist. Dieses Museum enthält eine reiche Sammlung in- und ausländischer Hölzer, deren Tagesbeleuchtung nur leider recht viel zu wünschen übrig läßt.

[49]) An dem gefällten $7\frac{1}{2}$ m langen Block einer freistehenden 125jährigen Fichte auf Wilhelmshöhe habe ich am Stammende (das freilich zu nahe am Boden abgesägt war) 105 cm ⊘ und bis zu 13 mm Jahrringbreite, am Zopfende 85 cm ⊘ und bis zu 8 mm Jahrringbreite gemessen. Dabei war das Verhältnis der Früh- zur Spätholzzone etwa 4 : 1. — Büsgen zählte an einer Eiche von 2 m ⊘ die Jahrringe und fand nur 125; das gäbe also einen Durchschnittwert von 6,7 mm als Jahrringbreite.

meiden lassen. Ist z. B. die Witterung im Frühjahr auffallend warm, im Sommer aber kühl, so wächst die Breite des Frühholzes und nimmt die des Spätholzes ab; bei kühlem Frühjahr und warmem Sommer findet das Umgekehrte statt. Durch Abholzung in der Nachbarschaft kann gleichfalls der Frühholzwuchs begünstigt werden, wenigstens vorübergehend — durch völliges Freilegen auf windigen Standorten kann übrigens nach Janka IV[6]) auch die Ausbildung von Spätholz gefördert werden — kurz, es wird bei unserem wechselnden Klima nicht möglich sein, durchweg gleiche Jahrringbreiten mit vorherrschendem Spätholz zu erzielen. Es kommt noch hinzu, daß das Wachstum junger Bäume stärker ist als im Alter, daß es daher im allgemeinen nicht wirtschaftlich ist, sehr alte Bäume stehen zu lassen, zumal bei vielen nicht kräftig ernährten Stämmen im Alter von unten herauf Kernfäule durch die Fäulnisstoffe des Bodens eintritt. Man pflegt daher Hochwaldbäume kurz nachdem sie ihr stärkstes Wachstum (ihr Optimum) überschritten haben, zu fällen, und es hat sich bei uns als geeignete **Umtriebzeit** für Nadelholz etwa 80—130, für leichtes Laubholz oft noch weniger, für schweres Laubholz aber etwa 130—170 Jahre ergeben; in rauhen Höhenlagen und im Norden mit seinem langsameren Wachstum entsprechend mehr.

An der Zahl der Jahrringe läßt sich das Alter der Bäume[50]), an der Ungleichheit der Jahrringe des gefällten Stammes die ganze Lebensgeschichte des Baumes und der Wetterverhältnisse in dieser Zeit ablesen, einschließlich der Störungen durch Insektenfraß, Wildfraß, besonders trockene Sommer- und kalte Winterzeiten, auch etwaiger Aenderungen in den Boden- und Beschattungverhältnissen.

Wassergehalt der Bäume; Wildfraß und andere Störungen.

Vielfach ist noch die falsche Ansicht verbreitet, als seien unsere Bäume im Winter am saftärmsten, während bei Nadelhölzern nach R. Hartig [10]) ihr Feuchtigkeitsgehalt gerade im Winter besonders groß ist und im Dezember beinahe den des Höchstgehaltes im Juli erreicht, wogegen April und Oktober die wasserärmsten Zeiten zu sein pflegen. Doch verschieben sich diese Zeiten bei verschiedenen Holzarten und Wetterverhältnissen zum Teil beträchtlich (vgl. z. B. Ebermayer a. a. O.[46]), S. 8 bis 25). Dies ist bei der Fällzeit und dem Schwindmaß zu berücksichtigen.

Unter **Wildfraß** haben in nordischen Wäldern viele Bäume zu leiden; sind nämlich Gras und Kräuter durch tiefen festgefrorenen Schnee dem pflanzenfressenden Wild unzugänglich geworden, so bleibt ihm als Futter nur die Baumrinde und bei manchen Laubbäumen auch der Splint, die ja die Hauptnährstoffe der Tiere, Stärke und Eiweiß, in mehr oder weniger reichem Maße enthalten — in Notzeiten backt sie der Nordländer sogar unters Brot —, weshalb in wildreichen Forsten bei strengen Wintern sehr viel Wildfraß vorkommt, besonders an jungen Bäumen.

Einzelne Baumarten tragen zwar einen Selbstschutz in sich durch den Gehalt ihrer Rinde an Gerbstoff (Eiche, Fichte), Alkaloiden, Kristallen von Kalziumoxalat, Harz- und Milchsäften (die zugleich die Heilung von Wunden erleichtern), seltener an Kampfer und Bitterstoffen. Auch dicke Bastfasern schmecken dem Wild nicht. Andere Bäume dagegen, die keine oder zu wenig von diesen Abwehrstoffen enthalten, locken das Wild besonders an; deshalb muß man z. B. Obstbäume mit Drahtnetzen umstellen, die bei wachsenden Schneelagen entsprechend höher zu ziehen sind.

In gehegten Wäldern sind Futterplätze im Winterschnee nicht bloß für die Nahrung des Wildes, sondern auch zum Schutz der Bäume zu empfehlen.

Die Frage, ob der Wildfraß die Festigkeit des Holzes der Bäume herabmindert, ist neuestens durch Rudeloffs Versuche verneinend beantwortet worden (vgl. B. M. 1912, 7, S. 373 bis 400), ebenso die Frage, ob durch das Wildschälen der Windbruch vermehrt werde; demnach würde auch das Wildfegen nicht schädlich wirken; es ist aber zu bemerken, daß hierbei ausschließlich Fichtenholz zur Untersuchung kam; in gemischten Wäldern würden wohl einige Baumarten stärker leiden, als andere, wozu der Waldbestand in Szittkehnen (S. 376) Prüfgelegenheit böte. Auch würden bei scharfem Ostwind die kahlen Stellen durch **Frostrisse** wohl schärfer betroffen werden als heile Bäume, und diese Frostrisse bieten dann im Sommer dem Ungeziefer neue Angriffspunkte, schädigen auch den Wert der Bäume als Bauholz. Ist die Rinde nicht allzu breit abgefressen, so schließt sie sich im nächsten Sommer bald wieder durch sogenannte **Ueberwallung**; wo dies nicht mehr möglich, ist Frühjahr-Ringelung und Fällung im nächsten Herbst zu empfehlen, wie aus folgendem hervorgeht:

Fällzeit und Nachbehandlung.

a) Für **Fettbäume**[46]) gilt die Regel, daß die günstigste Fällzeit mit der des Uebergangs der Stärke in Fettgehalt beginnt und endet. Die wichtigsten einheimischen Bauhölzer sind unsere Nadelhölzer, und da diese im Winter längere Zeit Fettgehalt aufweisen, so gilt der Winter in der Ebene und im Hügelland von alters her als günstigste Fällzeit, bei sumpfigem Untergrund ist starker Frost oft die einzig mögliche Abfuhrzeit. Eine alte Bauregel lautet: „Wer sein Holz um Christmett fällt, dem sein Haus wohl zehnfach hält; um Fabian und Sebastian, fängt schon der Saft zu fließen an.“ Diese beiden Kalenderheiligen fallen auf den 20. Januar und gelten im Norden nur für warme Winter, in kalten dehnt sich die Fällzeit weiter aus; ja, sie wird mit Vorliebe möglichst erst am Ende der Fettzeit vorgenommen, da in starkem Frost das Fällen mühsamer ist. Man hat daraus die falsche Regel gemacht, das Holz dürfe nicht „im Saft“ gefällt werden, während doch nach Obigem gerade die Winterzeit die zweitsaftreichste ist, wenigstens für Nadelhölzer. Die Alten waren sprachlich feinfühliger und sagten richtiger, die Fällung dürfe nicht zur Zeit des **Safttriebs** erfolgen[51]). In dieser Form ist

[50]) Gewöhnlich stimmt in unseren Breiten die Zahl der Jahrringe mit den Lebensjahren der Bäume überein. Doch kommen ausnahmsweise auch „**falsche Jahrringe**“ vor, die von Störungen des Wachstums durch Spätfröste, Sommerdürre, Insektenfraß usw. herrühren, wobei sich dann u. U nach Regen Neubelaubung und ein zweiter oder mehrere Ringe innerhalb des Hauptjahrringes ansetzen, aber natürlich verkümmert. Auch die Johannistriebbildung nach der kurzen sommerlichen Ruhepause gehört hierher. In den **Tropen** hört das Wachstum nur in ganz trockenen Jahrzeiten auf, die aber mehrmals im Jahre sich folgen können. Dort pflegt daher keine so deutliche Unterscheidung der Jahrringe einzutreten, oder ihre Anzahl ist oft weit größer als die der Lebensjahre. Angaben über vieltausendjährige Bäume sind daher mit Vorsicht aufzunehmen, wenn dieses Alter gleich der Anzahl der Jahrringe gesetzt ist.

[51]) Im 16. Jahrhundert gab es Forstordnungen[54]), durch die ganz bestimmte Fällzeiten vorgeschrieben waren. Der Baum sollte „im (guten) Wadel“ gefällt werden. Zu ungeeigneter Zeit gefälltes Holz hieß „im bösen Wadel gehauen“, was verboten wurde. Doch trafen diese Vorschriften nicht immer das Richtige, sie beruhten nach Schiller-Tietz vielfach auf Vorurteilen und Aberglauben. In manchen Gegenden war nur das Fällen bei abnehmendem — anderwärts bei zunehmendem — Monde gestattet, was auf dem richtigen Gefühl beruhte, daß während der Nacht die Nährstoffe nach den Blättern weggeführt werden, vor Tagesanbruch gefälltes Holz daher dauerhafter ausfällt als während des Tages gefälltes. Da man aber zum Fällen bei Nacht Mondschein brauchte, wurde dem Monde der ganze Einfluß zugeschrieben.

Nach Zentralbl. Bauverwaltung 1899, S. 363, ist sogar im Americ. Institute of Mining Engineers allen Ernstes behauptet worden, daß Bambus, der bei abnehmendem Monde gefällt wurde, wesentlich länger sich bei Einzäunungen gehalten habe als der aus dem gleichen Busche bei zunehmendem Monde

die Regel auch allgemeiner als obiger Vers, denn wir haben im Sommer meist eine zweite Zeit der Saftruhe, die sich zum Fällen eignet und im Hochgebirge sogar die einzig mögliche Fällzeit ist. Sie wechselt allerdings je nach der Witterung und dauert nie lange, fällt auch häufig mit der Erntezeit zusammen und eignet sich dann wegen Arbeitermangels selten für Ackerbaugegenden. Um ganz sicher zu sein, daß man die Sommerruhepause richtig trifft, dient zunächst für Fettbäume die sogenannte:

Jodprobe für gefälltes und ausgetrocknetes Holz,

die auf der Eigenschaft des Jodes beruht, Stärke sofort blau bis violett (letzteres bei Gerbstoffanwesenheit) zu färben[52]). Diese Probe bedarf aber eingehenderer Beschreibung, als wie unsere Bücher gewöhnlich angeben. Daß durch einfaches Ueberstreichen oder Betupfen deutliche Blaufärbung erzeugt werde, wie bisher meist zu lesen war, ist nämlich ein seltener Glücksfall, der nur eintritt, wenn die betupfte Holzfläche zahlreiche durchschnittene Nährzellen enthält, und die Färbung tritt nur bei frisch im Safttrieb gefälltem Holz bald nach dem Streichen hervor; bei ausgetrocknetem älteren Holz ist sie häufig so schwach, daß sie nur nach längerem Anfeuchten und nur bei mindestens achtfacher linearer Vergrößerung, also mit scharfer Lupe oder besser Mikroskop erkannt werden kann, und zwar in Form kleiner blauer Pünktchen (den gefärbten Stärkekörnern)[47]). Um sicherer zu gehen, wird man, da vielfach die Stärke durch Eiweiß umhüllt ist, besser Bohrmehl oder einen Dünnschnitt bzw. feine Hobelspäne aus dem Splint wählen, die Eiweißhülle erst durch starke Kalilauge ausziehen, dann mit Wasser auswaschen, mit Essigsäure neutralisieren und nun erst die Probe mindestens eine Viertelstunde lang in die Jodlösung tauchen. Tritt auch nach dieser Viertelstunde keine Blaufärbung auf, so darf man annehmen, daß keine Stärke vorhanden, der Baum also zu richtiger Zeit gefällt ist. Bei mäßigem Stärkegehalt ist die Blaufärbung auch dann noch nicht immer deutlich für das unbewaffnete Auge zu erkennen, sondern erst durch Lupe oder Mikroskop. Die blaue Färbung ist ferner weniger rein bei Anwesenheit von Gerbsäure, Milch und dgl., sie wird ganz verhindert bei Gegenwart von Kali, schwefliger Säure, Schwefelwasserstoff und dgl. Alkohol und heißes Wasser entfärben die Probe wieder. Man sieht, die Jodprobe für Holz ist nicht so einfach, wie viele unserer Bücher andeuten, ja häufig irreführend. Ausführliches darüber habe ich nur bei Ebermayer[46]) S. 215 auffinden können. Ergeben sich starke Blaufärbungen, so wird man solche Hölzer, falls sie zu Dauerbauten bestimmt sind, auslaugen müssen, was am einfachsten durch Flößen geschieht.

Das Flößen ist denn auch bei Nadelhölzern sehr beliebt und sichert besonders bei Handelsware, deren Ursprung unbekannt, deren Fällzeit daher nicht überwacht werden konnte, gegen die Schäden ungünstiger Fällzeit, die ja oft unfreiwillig durch Windbruch oder Insektenfraß herbeigeführt sein kann. Durch Nonnenfraß werden oft ganze Waldungen ihrer Nadeln beraubt, und solche Bäume sterben meist ab, wenn sie nicht rasch gefällt und verkauft würden. Solches „Nonnenholz“ kommt in manchen Jahren massenhaft in den Handel und ist nur von Dauer bei sofortigem Flößen und möglichst tiefem Eintauchen, oder bei Hochdrucktränkung.

Das Flößen ist nun aber nicht überall möglich, und deshalb ist die Jodprobe beim Kauf von Nadelholz unbekannter Herkunft für darauf eingeschulte Käufer stets zu empfehlen, falls das Holz ungeflößt, sonst aber gesund und fest aussieht[53]). Eine andere Möglichkeit, das Holz nachträglich von seiner Stärke zu befreien, ergibt sich z. B. für Windbruchholz, das zur Unzeit gefallen ist, durch entsprechende Aufbereitung, vgl. unten. Bei Nadelhölzern, die zur Harz- und Terpentingewinnung dienen, ist der Splint kurz nach dem Harzentzug viel minderwertiger als das Kernholz, weil der Harzentzug nur aus dem Splint stammt, dieser also dann mehr Hohlräume enthält und des Schutzes ermangelt, den das Harz gegen die Feinde des Holzes bietet. Ueber das Ringeln s. unten.

b) Stärkebäume enthalten gerade im Winter Stärke, falls diese nicht in Zucker übergegangen ist. Nur im letzteren Fall ist die Winterfällzeit vorzuziehen, anderenfalls diejenige Sommerzeit, in welcher die Stärke in Fett übergegangen ist. Diese Zeit dauert aber sehr kurz und wechselt jährlich, es ist daher schwierig, sie richtig zu treffen, und man ist selten vor Stärkegehalt sicher. Bleibt aber die Stärke im Splint gelagert, so ist der Splint stets minderwertig, dem Wurmfraß und der Fäulnis stark ausgesetzt und daher für Dauerbauten unbrauchbar, falls es nicht gelingt, die Stärke dem Baum vor oder nach dem Fällen zu entziehen. Am meisten leidet darunter die Eiche, deren ganzer Splint als minderwertiges Abfallholz weggehauen werden muß, um den geltenden Lieferbedingungen für gutes Eichenholz zu genügen, was mit zu der starken Verteuerung desselben beigetragen hat (vgl. S. 92, Punkt 3).

Es fragt sich nun, ob bei diesem und manchem anderen wertvollen Hartholz die Vergänglichkeit des Splints nicht behoben und letzterer dann bei sehr vielen Holzlieferungen zugelassen werden darf, da seine Festigkeit in gesundem Zustande der des Kerns meist nicht allzuviel nachsteht.

Die Antwort lautet ganz allgemein (auch für zur Unzeit gefälltes Nadelholz): Die Dauerhaftigkeit des Splints wird erzielt durch Entzug aller Nährsäfte aus den gut verholzten Zellen; denn so notwendig diese Nährstoffe besonders Stärke und Eiweiß für den lebenden Baum sind, so schädlich werden sie für den gefällten, da sie sowie die ungenügend verholzten Zellwände dem Wurmfraß und der Fäulnis ausgesetzt sind, während die verholzten Zellwände im höchsten Maße Dauer versprechen.

Daraus folgt, daß für Stärkebäume nicht die Winterzeit[46]), sondern diejenige Sommerzeit die beste Fällzeit

---

gefällte. Derselbe Gewährsmann, dem offenbar nicht alle Bedingungen für Faulen des Holzes bekannt waren, berichtet, daß Grubenholz, das bei abnehmendem Monde gefällt wurde, einen trockenen, das bei zunehmendem Monde gefällte Holz aber einen saftfließenden Baumstumpf zurückgelassen habe, und dieser Ausfluß habe noch Monate nach dem Fällen am Stumpfe beobachtet werden können, was an die Beobachtungen ländlicher Hausfrauen mit ihren Einmachegläsern erinnert.

Der Mond als Zeitbestimmer für das Fällen scheint schon seit dem grauen Altertum eine Rolle zu spielen und hat noch in verschiedenen Forstordnungen des 16. Jahrhunderts, ja bis ins 19. hinein Ausdruck gefunden. „Wadel“ ist übrigens nach Kluge der alte Ausdruck für Vollmond, scheint aber seit dem 16. Jahrhundert sich allmählich von dieser Bedeutung losgemacht und zum Begriff der Winterfällzeit geworden zu sein (vgl. Meyers Konv.-Lexikon). Nur in alemannischen Gegenden soll sich noch heute dieser Ausdruck für Vollmond erhalten haben.

52) Die Färbung geschieht lediglich durch Jod. Die Löslichkeit des Jod muß aber erst durch Zusatz von Jodkaliumlösung erleichtert werden. Diese Jod-Jodkaliumlösung heißt meist schlechtweg Jodlösung. Säurich a. a. O.[26]) S. 13 nennt sie Jod-Jodlösung und gibt ihre Mischung an = 0,5 g Jod + 1 g Jod-Kalium + 200 g Wasser. Lugols käufliche Jodlösung (1,2 g Jod + 1,8 g Jodkalium + 30 g Wasser) ist also beträchtlich zu verdünnen und darf nicht mit der alkoholischen Jodtinktur verwechselt werden. Hager empfiehlt nach Ebermayer folgende Jodlösung: 2 Jod, 2 Jodkalium, 70 Glyzerin, 15 Wasser, 15 Weingeist.

53) Da im Safttrieb gefälltes Holz dem Insektenfraß und der Entwickelung von Fäulnispilzen rasch erliegt, wenn es nicht ganz trocken verwendet wird, so ist es möglich, daß auch bei unrichtiger Fällzeit die Jodprobe keine blaue Färbung gibt, nämlich dann, wenn alle Stärke durch Wurmfraß oder Pilze schon aufgezehrt ist. Solches Holz ist dann aber entweder an den Bohrlöchern der Würmer erkennbar oder bereits so leicht und mürbe, daß es sich mit dem Fingernagel zerdrücken läßt, bedarf daher nicht der Jodprobe, um als verwerflich erkannt zu werden.

ist, in welcher die Stärke in Fett verwandelt ist. Da aber diese Zeit wechselt und kurz dauert, so wird sie nicht immer richtig erwischt und daraus erklären sich dann ungezwungen die widersprechenden Erfahrungen, die man mit der Sommerfällzeit gemacht hat. Es scheint also erwünscht, den Stärkegehalt künstlich zu entfernen.

Als erstes Mittel hierzu haben wir bereits das Flößen erkannt, das bei Nadelhölzern nützlich, bei Harthölzern aber meist bedenklich ist, da es die für die Dauer des Holzes höchst wertvollen Gerbstoffe und dgl. ebenfalls auslaugen würde und glücklicherweise schon deshalb unterbleibt, weil schwere Hölzer mit Wasser vollgesogen untersinken würden. Man kann sie daher höchstens als „Auflast" auf Weichholzflöße bringen, und dann ist ihr Auslaugen ebenso ausgeschlossen wie bei Schiffladungen oder Landfracht. Ueber Buchenauslaugung s. später.

Als zweites Mittel wird schon von alters her ausgeübt: Das **Ringeln** der Bäume längere Zeit vor dem Fällen, d. h. das Abschälen eines Rindenringes mit allen leicht ablösbaren Bastgeweben auf etwa Handbreite (5 bis 8 cm hoch). Wächter[54]) vermutet, daß die Gewohnheit des Ringelns schon in vorgeschichtliche Zeiten zurückreiche. Jedenfalls ist es von vielen Schriftstellern des Altertums und Mittelalters gerühmt, auch in manchen deutschen Forstordnungen vorgeschrieben, und von Buffon 1735, von Duhamel de Monceau 1757 durch Versuche und Gründe empfohlen, die aber heute nicht mehr als erschöpfend gelten können. Vielmehr hat seitdem das Ringeln ebensoviel Gegner als Freunde gefunden, ja, es kam zeitweise ganz in Verruf und Vergessenheit, so daß man nur noch wenige Gegenden findet, in denen es sich erhalten hat, z. B. nach Nußbaum[55]) in einzelnen Gegenden der Lüneburger Heide, nach meinen Wahrnehmungen auch in einzelnen Harzforsten. Als Gründe für die sich widersprechenden Erfahrungen mit dem bisherigen Ringeln mögen Unterschiede im Klima und Standort, besonders aber Mangel an Kenntnissen über das Wesen des Baumlebens im Spiel gewesen sein. Im Jahre 1887 wurde Emil Mer[56]) ein eifriger Fürsprecher des Ringelns auf Grund ausgedehnter Versuche, deren Ergebnis hier nach Beauverie a. a. O.[44]) Bd. I, S. 617 ff., kurz wiedergegeben sei, mit der Vorbemerkung, daß Mer immer nur von Stärke als dem einzigen aus dem Holz zu vertreibenden Stoffe spricht, um Wurmfraß und Fäulnis zu verhüten, während doch Eiweiß und andere Kohlenhydrate der Zellsäfte — vielleicht auch der noch ungenügend verholzten Zellwände — mindestens ebenso gefährlich sind. Man muß demnach aus Mers guten Ergebnissen schließen, daß mit der Stärke auch die anderen dem gefällten Holz verderblichen Säfte ausgewandert sind, was aber durch weitere Versuche erst bewiesen werden muß, besonders für Eiweiß, das bisher noch nach zwölf Jahren im Splint gefällter Bäume gefunden worden ist.

Aus dem Kreislauf der Säfte (s. S. 435) schloß Mer, daß es genüge, den Stamm dicht unterhalb der Krone zu ringeln, um ein Abströmen der Nährstoffe aus den Blättern nach den Wurzeln und den unterhalb des Ringes liegenden Markstrahlen zu verhindern, vorausgesetzt, daß unterhalb des Ringes keine Zweige, Knospen und schlafende Augen sich befinden, die durch den zunächst ungehindert aufsteigenden Saftstrom zum Ausschlagen gebracht werden, und dann in ihren Blättern neue Nährstoffe erzeugen könnten. Der Stamm ist also unterhalb der Kronenringelung von allen diesen ausschlagfähigen Ansätzen zu reinigen. Die Folge dieses Ringelns wird dann sein, daß sich alle in den Blättern erzeugten Nährstoffe in der Rinde der Krone anstauen, die Krone also zunächst lebhaft weitergrünt, während die aufsteigende Bodenfeuchtigkeit die letzten Reste von Zellsaft und Nährsalzen aus dem Splint nach oben schafft, ohne deren Rückwanderung in die Markstrahlen unterhalb des Ringes und in die Wurzeln zuzulassen. Da Lebenstätigkeit ohne Zufuhr von Stärke und Eiweiß nicht möglich ist, wird der Auftrieb der Bodenfeuchtigkeit durch die Wurzeln allmählich nachlassen, infolgedessen der Stamm unterhalb der Ringelung allmählich austrocknen, ebenso die Tätigkeit der Blätter aus Mangel an Feuchtigkeitszufuhr, so daß schließlich auch ein Absterben der Blätter eintritt und dann der Stamm sowohl als stärkefrei wie auch als gut ausgetrocknet gelten kann, demnach im günstigsten Zustand für das Fällen und Abführen aus dem Walde sich befindet, auch keine Schwindrisse durch zu rasches Austrocknen des Splintes aufweisen wird. Bei unkundiger Ringelung kann aber sehr viel Zeit bis zum Absterben vergehen, oft mehrere Jahre, in denen der Stamm nur noch dürftigen Holzzuwachs aus der Verdickungschicht erhält; man muß also das Verfahren tunlichst beschleunigen. Mer hat nun die Zeit nach dem Austrieb der Knospen und der Blätterbildung — bei uns etwa den Monat Mai — als geeignetste Zeit zur Ringelung angegeben, weil bis dahin die Speicherzellen des Splints viele Nährstoffe an den zu dieser Zeit am lebhaftesten aufsteigenden Feuchtigkeitsstrom abgegeben haben, der sie nach den Knospen entführt hat, so daß der Mai die nährstoffärmste Zeit für die Speicherzellen des Stammes ist. Da nun nach dem Ringeln dem Stamm kein neuer Nährstoff zugeführt wird, sind um diese Zeit nur wenige Nährstoffe aus dem Stamme zu entfernen, so daß dann selbst die stärkereichsten Eichen bis zum Herbste stärkefreien Splint haben können.

Die Haupteinwände gegen dieses Ringeln dicht unterhalb der Krone sind: 1. die Absturzgefahr und die Kosten bei hohem Schaft; 2. bei Bäumen mit starken und tief unten ansetzenden Aesten die längere Dauer des Entstärkens oder die Notwendigkeit, auch die Hauptäste zu ringeln. Deshalb hat Mer auch noch Versuche mit dem ausschließlichen:

54) Wächter: Ueber die natürliche und künstliche Vermehrung der Dauer und Festigkeit des Holzes (Hannoversches Magazin 1842, S. 777 bis 848). Diese Abhandlung bringt eine fleißige Zusammenstellung des damaligen Standes der Kenntnisse über Bau und Wachstum des Holzes, seine Eigenschaften und Schutzbehandlung bis zu den eben damals aufgekommenen Tränkverfahren von Kyan und Boucherie mit Auszügen von Teophrast (einem Schüler von Aristoteles), von Vitruv, Plinius und den alten Forstordnungen deutscher Kleinstaaten. Das Ringeln nach dem Fällen nannte man damals „bewaldraufen", im Gegensatz zum „bewaldrechten", d. h. dem Herstellen von Kantholz mit Waldkanten, letzterer Ausdruck ist in den deutschen Zolltarif aufgenommen.

Walter Lange: Das Holz als Baumaterial bringt den Stand der Kenntnisse vom Jahre 1879, die von den heutigen noch stark abweichen. All die widersprechenden Ansichten über günstige Fällzeit von Vitruv bis 1879 werden S. 64 bis 91 aufgezählt. S. 77 ist die Jodprobe als Erfindung des Baumeisters Prilleux ohne Jahrzahl und ohne genügende Schilderung bezeichnet, ebenso von Gottgetreu in seinem 1880 in zweiter Auflage erschienenen berühmten Werk: Physikalische und chemische Beschaffenheit der Baustoffe. Forstleute, die ich über die Jodprobe befragte, hatten sie nie ausgeübt.

55) Vgl. Nußbaum: Die Bekämpfung der Holzkrankheiten durch Aenderung des Austrocknungsverfahrens von Nutz- und Bauholz im Walde (diese Zeitschrift 1905, 3, S. 263); s. a. Baumaterialienkunde 1905, S. 362, wo Schorstein die Ausführungen Nußbaums angriff; dessen Entgegnung s. ebenda 1906, S. 91. Beide, scheints, ohne Kenntnis von Emil Mers Arbeit[56]).

56) Emil Mer: Annales agronomiques 1889, S. 16, und Comptes rendues de l'Academie des Sciences 1893, Bd. 117, S. 694 und 1108. Auszüge von Fünfstück mit eigenen Beobachtungen über den Wechsel der Sommer-Fettzeit in Rotbuchen und von Eichler s. Baumaterialienkunde 1896/97, Bd. 1, S. 18 und 30.

Straßburger: Bau und Verrichtungen der Leitbahnen der Pflanzen 1891 scheint Mers Versuche so wenig gekannt zu haben, wie Haberlandt[24]) 1909. Beide erwähnen aber Th. Hartigs und A. Fischers ähnliche Ergebnisse vom Jahre 1858 bzw. 1891. Hartig betont, daß manche Versuche nur deshalb mißlungen sind, weil die Schälstelle in der Sonne zu stark austrocknet, verlangt also Schutz hiergegen.

Ringeln am Stammfuße vorgenommen und gefunden, daß auch dieses zum Ziele führen kann, nur dauert es entsprechend länger, z. B. für Eichen, die im Mai geringelt wurden, bis zum Oktober des nächsten Jahres, während leichtere Hölzer, wie die meisten Nadelholzstämme, schon nach 6—8 Monaten stärkefrei sind, wofern die Stämme von ausschlagfähigen Knospen befreit werden. Für schlanke Stämme mit hochliegendem Ansatz der Aeste läßt sich aber diese Reinigung nur mittels Besteigens sicher ausführen, und dann kann das Ringeln unter der Krone gleich mitbesorgt werden ohne nennenswerten Mehraufwand an Geld und Zeit, falls man sich erst geschulte Arbeiter herangezogen hat.

Als Vorteil des unteren Ringelns erwähnt Mer noch die Anreicherung des Splintes oberhalb der Ringelung mit Gerbstoff, der allerdings nicht in die Zellwände, sondern nur ins Zelleninnere dringt, aber immerhin die Dauer zu erhöhen vermag. Man erkennt dies durch Betupfen mit Eisenperchlorür, das den Gerbstoff schwarz färbt.

Am schnellsten wirkt nach Mer die doppelte Ringelung am Stammfuß und unterhalb der Krone.

Trifft dies alles zu, so kann man sich durch die Ringelung auch bei Nadelhölzern bezüglich des Fällens ziemlich unabhängig vom genauen Einhalten der Fettzeit machen und erzielt bei Stärkebäumen viel sicherer ein dauerhaftes Splintholz als durch Winterfällung.

Eine baldige gründliche Nachprüfung von Mers Versuchen ist daher sehr zu wünschen; bestätigen sie sich, so würde es wenigstens für wertvolle Bäume sich lohnen, die obere Ringelung nebst Reinigung im Mai einzuführen, um bei allen Stämmen, die nächsten Herbst gefällt werden müssen, vor Minderwertigkeit des Holzes sich zu schützen. Die Ringel- und Fällzeiten liegen dann meist so, daß sie mit den dringendsten Feldarbeiten nicht zusammentreffen. Nußbaum hat a. a. O.[55]) wenigstens die gute Wirkung des Ringelns auf das Austrocknen bestätigt.

Auf Windbruchholz läßt sich meist nur die nachträgliche Ringelung anwenden; sie wird auch vielerorts schon lange geübt. Hier empfiehlt sich jedenfalls die doppelte Ringelung, die ja beim liegenden Stamme wenig Schwierigkeiten macht. Die Krone wird möglichst lange frisch erhalten, die Wurzeln vor Sonnenstrahlen geschützt. Meist liegt der Stamm wegen Wurzel und Krone ganz von selbst so hoch über der Erde, daß seine Rinde nicht vom Boden aus von Feinden befallen werden kann. Auch gründliche Austrocknung ohne Risse wird hierbei von selbst erzielt. Daß das Austrocknen durch Belassen der Laubkrone beschleunigt und dabei Rissebildung verhindert wird, ist altbekannt; schon die württembergische Forstordnung vom Jahre 1567 empfiehlt daher das Belassen der Krone einige Zeit nach dem Fällen. Durch die Tharandter Versuche von Judeich wurde diese Erfahrung neu entdeckt; er empfiehlt freilich, den Stamm nur einige Tage in der Krone liegen zu lassen, was zwar im heißen Sommer genügt, nicht aber bei Regen und sehr feuchter Luft. Wichtig ist ferner, daß der Stamm nach dem Absägen von Krone und Wurzeln nicht längere Zeit auf dem Waldboden liegen bleibt, sondern bald abgefahren wird, sonst ist alle Mühe umsonst gewesen. Vorerst dürfte sich diese Behandlung nur auf die wertvollsten Bäume erstrecken.

Ueber die Nachbehandlung nach dem Fällen ist schon bei Windbruchholz einiges gesagt. Daß gute gesunde Hölzer durch längeres Lagern auf feuchtem, an Fäulniskeimen reichem Waldboden leiden, hat Nußbaum a. a. O.[55]) genügend betont. Man soll sie daher im Sommer so bald als möglich, bei Winterfällung wenigstens vor dem Frühlingserwachen, durch Unterkeilen so weit heben, daß sie mit der Erde nicht in Berührung sind und von der Luft gleichmäßig umspielt werden.

Das Entrinden muß mit Vorsicht geschehen, da durch zu rasches Entrinden sehr saftreicher, der Sonne und dem Luftzug ausgesetzter Bäume der Splint zum Aufreißen gebracht wird und so stark aufspaltet, daß Ansteckkeime aus der Luft hineinfallen und den ganzen Baum verderben können. Es empfiehlt sich daher nur bei bereits von Insekten stark angegriffener Borke, sie schleunigst zu entfernen und vollständig zu verbrennen; bei gesundem Stamm und Rinde wird man nur teilweise und allmählich entrinden, früher meist durch Ablösen schraubenförmiger Streifen rings um den Stamm, heute bequemer und besser durch das sogenannte Beraufen, d. h. das Abschälen einzelner gleichförmig über den Stamm verteilter Rindenscheiben mittels Beilhieben. Wenn auch noch Schutz vor einseitiger Sonnenbestrahlung und Austrocknung durch vorherrschende Windstriche nötig ist, so kann geeignete Lagerung und Belassen der Rinde dort, wo sie als einziges Schutzdach gegen Sonnenstrahlen erforderlich ist, manchen Stamm vor dem Aufreißen und Wertloswerden bewahren, während zu langes Belassen in voller Rinde zum sogenannten Ersticken des Splintes führt, der dann dem Insektenfraß und Einnisten von Fäulnispilzen rasch unterliegt.

Sind diese Regeln der Nachbehandlung schon für jeden besseren ungeringelten Stamm dringend zu empfehlen (sie finden aber leider noch viel zu wenig Beachtung), so sind sie für vorher geringelte Stämme zur unbedingten Vorschrift zu machen, da durch Zuwiderhandeln der ganze Aufwand an Zeit und Kosten des Ringelns verloren gehen würde; auch das durch richtiges Ringeln erzielbare Austrocknen des Holzes auf dem Stamme würde unter Umständen wieder verloren gehen. Am besten ist es natürlich und wegen der durch das Ringeln erzielten Austrocknung auch wirtschaftlich, sofort nach dem Fällen zu entrinden, dann die Stämme aus dem Walde abzufahren und in Schuppen, die vor Nässe wie vor einseitiger Sonnbestrahlung geschützt sind, zu lagern.

Die Erkenntnis der Gefährlichkeit des Liegenlassens des gefällten Stammes auf dem Waldboden, besonders in warmer Jahreszeit, nimmt immer mehr zu. Falck betont im neuesten Heft VI von Möllers Hausschwammforschungen, S. 396, daß die im Bauholz auftretenden Fäulniserscheinungen nicht auf die den lebenden Stamm befallenden Pilze zurückzuführen sind, die nach dem Fällen absterben, sondern auf eine ganz bestimmte und beschränkte Anzahl von Fäulniserregern, die das Holz erst nach dem Fällen und Bearbeiten befallen, und zwar sowohl im Walde als auf den Holzplätzen durch Sporen, die mit dem Winde heranfliegen und in feiner Verteilung auf die Oberflächen des lagernden Holzes abgesetzt werden, in feuchter Luft unmittelbar auskeimen und durch ihre Schnellwüchsigkeit, besonders in der warmen Jahreszeit, die Schichten des Splintholzes rasch durchdringen. Sie verursachen die bekannten Mißfarben des Splintes, die von den Holzhändlern und Bauleuten als angegangenes Holz bezeichnet werden und an feuchten Stellen, z. B. an ungeschützt eingemauerten Balkenköpfen, rasch zur Verbreitung des gefährlichen echten Hausschwammes, dessen Vorfrucht sie sind, beitragen. Es erscheint daher dringend nötig, den gefällten Stamm möglichst bald gegen diesen Pilzbefall zu schützen, und dazu fordert Falck sofort nach dem Entrinden das Bespritzen oder Bestreichen mit pilztötenden Salzlösungen, die dann das teure Tränken unter Hochdruck entbehrlich machen sollen. Er empfiehlt besonders Dinitrophenolnatrium-Lösung, die als Paste käuflich und stark verdünnt aufgestrichen höchstens 25 Pfennig für 1 ^{cbm} Holz kosten soll (a. a. O. S. 393). Wird solches Holz anhaltendem starken Platzregen ausgesetzt, so ist der Anstrich zu erneuern, dann aber hält der Schutz im Trockenen dauernd vor und dringt auch in etwa nachträglich entstehende Schwindrisse ein, die bisher besonders gefährliche Herde dieser Pilze waren; nur

größere Spalten im Holz sind selbstredend neu zu bespritzen. Sicherheit gegen Fäulnis gewährt dieser billige Anstrich aber nur dann, wenn er so frühzeitig erfolgt, daß die angeflogenen Pilze nicht erst Zeit gehabt haben, sich tiefer einzunisten, also möglichst bald nach dem Unterkeilen und Entrinden der Stämme im Walde. Da Falck an der Forstakademie in Hann. Münden wirkt, sind von dort Versuche im großen zu erhoffen. Es wäre zu wünschen, daß hierdurch der unserem Volksvermögen so viele Millionen raubende Hausschwamm mehr und mehr vertrieben würde. Das Buch enthält höchst wertvolle Angaben über Hausschwammgedeihen und Bekämpfung, deren Darstellung freilich durch die bedenkliche Sucht nach unnützen Fremdwörtern und eine gewisse Weitschweifigkeit beeinträchtigt wird. Auch vermißt Wehmer den Beweis für die Notwendigkeit solch umständlicher Waldbehandlung. Moormanns Bedenken s. Z. d. V. D. A.- u. I.-V. 1913, 24, S. 191.

Man sieht, daß es an Vorschlägen zur besseren Erhaltung des Bauholzes nicht fehlt; welche derselben sich bewähren und allgemeiner Einführung wert sind, müssen erst zukünftige Erfahrungen lehren.

Ueber die Dauer des Holzes im Bau unter der Voraussetzung, daß es gesund gewachsen und nicht durch falsche Behandlung beim Fällen und Lagern schon vor seiner Verwendung angesteckt worden ist, sind nachfolgende Angaben zu machen:

Holz, das in lufttrockener Umgebung ist und bleibt, bedarf keiner besonderen Schutzmaßregeln; es hält sich dann sehr lange. Nur stärkehaltiges Holz wird vom Wurmfraß befallen, stärkefreies verliert erst in sehr hohem Alter an Tragkraft durch langsame Verbrennung (Oxydation) an der Luft. Balken in alten Häusern biegen sich daher in immer wachsendem Maße durch, auch wenn sie mehr und mehr entlastet werden.

Holz ganz unter gasfreiem Wasser, also luftabgeschlossen, wird steinhart und dauert unbegrenzt (Eichenholz von Caesars Rheinbrücke, jetzt als deutsches Ebenholz zu teuren Möbeln verwendet, s. a. Maulbeerbaum). In Brackwasser mit Sumpfgasen geht das Holz aber bald zugrunde, ebenso in Meerwasser, das Bohrmuscheln und Meerasseln enthält.

Holz, das abwechselnd der Nässe und Trockenheit ausgesetzt ist, unterliegt dem Angriff von Fäulnispilzen am meisten, kann aber immerhin lange dauern, wenn es frei von Stärke, Eiweiß und unverholzten Zellen ist. Ob dies durch doppelte Ringelung erzielbar, ist nachzuprüfen. Wenn ja, könnte man solches Splintholz unbedenklich verwenden. Anderenfalls bedarf es eines Schutzes durch fäulniswidrige Anstriche, besser Hochdrucktränkung, oder endlich Auslaugen durch Dampf. Der Dampf muß aber mindestens 60 bis 80 Stunden einwirken, um alle Nährstoffe auszulaugen, was teurer als Hochdrucktränkung und daher nur für beste Möbelhölzer Anwendung findet. Auf Weiterbesprechung der Schutzmittel gegen Fäulnis (und Feuer) muß hier leider verzichtet werden.

Schließlich mögen noch einige allgemeine Angaben Platz finden:

über Größe, Umfang, Alter und Tod der Bäume,

wobei Nadel- und Laubhölzer bunt durcheinanderstehen, wenn nach Größe oder Umfang geordnet wird.

Das Höhenwachstum ist bei verschiedenen Baumarten in der Jugend anders als im Alter, was mit deren Lichtbedürfnis zusammenhängt. Eine große Liste der Durchschnittswerte deutscher Waldbäume von Büsgen s. a. a. O.[7]) Bd. I, S. 876/7.

Die höchsten Höhen erreichten:

Eucalyptus amygdalina, ein Laubbaum Australiens		mit 155 m
Nadelhölzer Kaliforniens	Sequoia gigantea	mit 120 m
	Pseudotsuga Douglasii	„ 90 „
Ceiba pentandra (in Kamerun)		„ 60 „
Nadelhölzer Deutschlands	Picea excelsa (Fichte)	bis 50 „
	Abies pectinata (Tanne)	„ 50 „

Den größten Umfang erreicht der afrikanische Affenbrotbaum mit 34 (ja bis 45?) m (mehr als 15 m sind aber Ausnahmen); von Nadelhölzern: Taxodium sempervirens 33 m (aus drei zusammengewachsenen Stämmen); der Mammutbaum = Sequoia gigantea[57]) in 2 m Höhe über dem Boden 21 m.

Die großblättrige Linde zu Staffelstein mißt in 1,3 m über Boden:	17,00 m
die Eiche bei Wetherby hatte 1842	11,75 „
1908	12,45 „

Umfang in 1,25 m Höhe über dem Boden.

Das Alter wird durch Abzählen der Jahrringe gemessen, wird aber in den Tropen meist überschätzt;[50]) tausendjährige Eichen sind nicht sicher ermittelt. Das Abzählen ist zudem bei den sehr alten und daher meist kernfaulen Bäumen recht unsicher.

Der natürliche Tod durch Aufhören der Tätigkeit des Verdickungringes ist nirgend beobachtet, wo der Boden genügend Wasser und Nährsalze liefert. Das Absterben erfolgt öfters durch Rindenschälung oder Wipfeldürre, am häufigsten aber durch Fäulnis des Kernes vom Boden herauf; letzteres kann übrigens Jahrzehnte dauern und der Stamm völlig ausgehöhlt sein, ohne das alljährliche Neugrünen zu verhindern, ein Beweis, daß das Kernholz an der Saftleitung nicht oder nur sehr wenig beteiligt ist; dagegen fehlt es bei fortschreitender Innenvermoderung an Stützzellen, so daß schließlich solche alten und hohen Bäume dem Windbruch erliegen.

Die Umtriebzeit, d. h. der Zeitraum zwischen Pflanzen und Fällen, wird daher zweckmäßig so eingerichtet, daß der Beginn des Faulens möglichst ausgeschlossen und das Wachstum nicht zu sehr erlahmt ist (vgl. S. 439).

Für alles Weitere müssen Nadel- und Laubhölzer getrennt behandelt werden: Wir besprechen also jetzt gemäß der Einteilung S. 109:

B. Die Nadelhölzer.

Die Nadelhölzer werden in botanischen Büchern häufig als Koniferen bezeichnet, d. h. Zapfenträger, was insofern verwirrend ist, als es sehr wertvolle Nadelhölzer gibt, die keine Zapfen, sondern Beeren tragen. Die Franzosen haben dafür den Sammelnamen „les résineux" wegen des für alle Sorten kennzeichnenden Harzgehaltes (der übrigens auch bei Laubbäumen vorkommt). Früher rechnete man zu den Nadelhölzern auch die Gingko-Arten, deren Nadelansätze sich zu herzförmigen Blättern ausbreiten (Bild 24); in China und Japan sollen sie ein wertvolles Bretterholz liefern. Man hat infolge dieser Einbeziehung des Gingko gegen die Bezeichnung „Nadelhölzer" eingewendet, daß dieselbe gleichfalls nicht umfassend genug sei. Doch fällt letzterer Einwand heute weg, seitdem man diese Gingkobäume als besondere botanische Unterart der Ginkgoaceen getrennt von den Nadelhölzern behandelt. Schmeil[27]) und Francé (a. a. O.[28]) Bd. 4, S. 63) zählen sie sogar zu den Palmfarnen; letzterer nennt den Gingko Elephantenohrbaum, er schreibt Gingko, Schmeil und Tubeuf[57]) Ginkgo; Mayr (a. a. O.[30]) S. 288) Ginkyo. Bei uns ist Gingko heute nur ein Zierbaum, im Tertiär war er sehr häufig. Wir gehen auf diese Baumart nicht weiter ein, da wir uns auf die für Europa technisch wichtigen Holzarten beschränken

[57]) v. Tubeuf: Die Nadelhölzer, S. 108, gibt sogar über 20 m (?) Durchmesser! an. Ein Fahrweg von 3 m Breite wurde im Tunnel unter einem solchen Riesen hindurchgeführt.

müssen. Das **Holz** des Ginkgo ist zudem den besseren (?), aber weicheren Nadelhölzern so ähnlich, daß sich eine besondere Beschreibung erübrigt.

Die **Nadelhölzer** unterscheiden sich von den Laubhölzern dadurch, daß sie 1. keine Gefäße haben (nur ausnahmweise kommen Gefäße im ältesten Jahrringe vor),

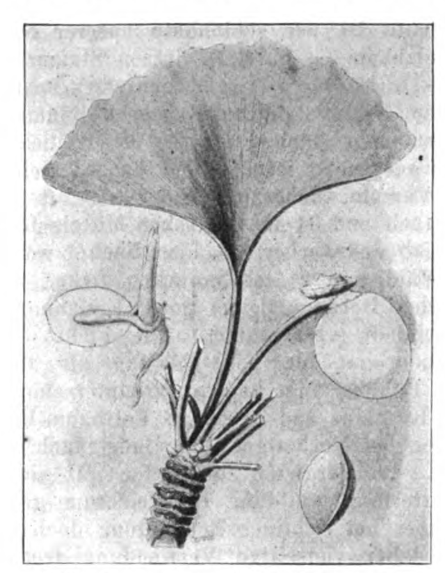


Bild 24. *Gingko (nach Tubeuf[50]).*

2. keine Stützzellen, welch letztere durch die dickwandigen engen Leitzellen des Spätholzes ersetzt werden, die man als **Breitfasern** bezeichnet, und deren Steifigkeit und Tragfähigkeit daher besondere Stützzellen überflüssig macht. Der Bau der Nadelhölzer ist somit viel einfacher als der der Laubhölzer, ihre Verwendbarkeit als Bauholz durch den schlanken Wuchs und das Fehlen starker Aeste auch viel größer als die der meisten Laubhölzer.

Die Gefäße sind bei mehreren Laubhölzern mit bloßem Auge zu erkennen. Auch bei Nadelhölzern sieht man manchmal Flecke im Hirnholzschnitt, die aber nicht zu verwechseln sind mit jenen Poren oder Gefäßen, sondern **Harzgänge** vorstellen und erst durch das Ausschwitzen des Harzes mit unbewaffnetem Auge erkennbar werden, sich aber vorher schon durch den herrlichen Harzgeruch der Nase und durch ihre Klebrigkeit dem Gefühl wahrnehmbar machen. Jede Nadelholzart hat ihren besonderen Harzgeruch, an dem sie aber nur geübte Feinriecher zu erkennen vermögen. Den Weißtannen und Tsuga-Arten fehlen die Harzgänge und folglich auch die sogenannten Harzgallen gänzlich (außer bei kranken Bäumen); bei den anderen Nadelholzarten kommen Harzgänge in wechselnder Menge vor. Manchmal fehlen sie in einzelnen Jahrringen fast ganz, um in den nächsten dann um so zahlreicher zu erscheinen; doch sind dies Ausnahmen. Nach Hch. Mayr[58]) S. 65 enthält im Durchschnitt 1 ^{cbm} des astlosen Schaftes:

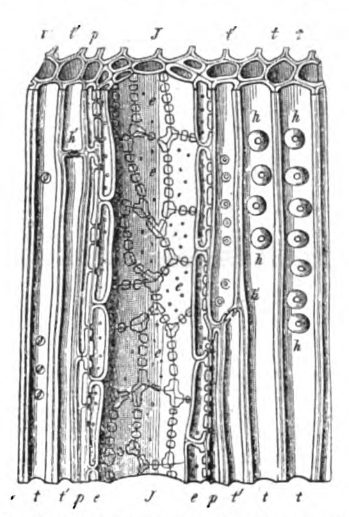
Liste II.

Holzart	Harzgehalt in kg/m^3	bei Raumgewicht r_t
Pechkiefer	bis 61,1	bis 0,70
Weymuthkiefer	16,7 bis 21,5	0,343 bis 0,386
deutsche Kiefer	18,7 bis 19,6	0,506 bis 0,463
Lärche	17,4 bis 18,8	0,626 bis 0,463
Douglastanne	bis 9,2	bis 0,476
Fichte	3,5 bis 6,6	0,400 bis 0,412
Weißtanne	3,1 bis 8,2	0,373 bis 0,423

[58]) Hch. Mayr: Das Harz der Nadelhölzer 1894 gab wohl den ersten und bis jetzt einzigen gründlichen Aufschluß über diese Frage und die Bedeutung des Harzes auch für das Bauholz.

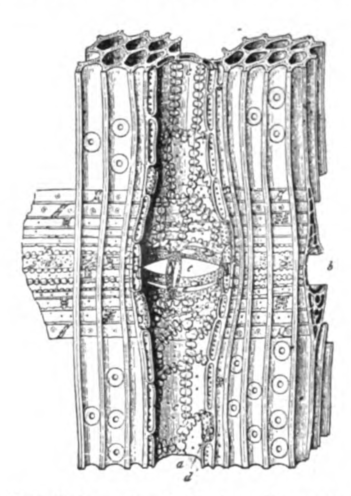
Man sieht daraus, daß der Harzgehalt nicht durchweg mit dem Raumgewicht wächst, daß insbesondere die sehr leichte Weymuthkiefer einen der höchsten Harzgehalte zeigt, der aber immerhin nur $^1/_{20}$, bei der Weißtanne unter $^1/_{100}$ ihres Raumgewichtes beträgt.

Das spezifische Gewicht des Harzes aus dem Kern ist meist $>$ 1 (bis 1,007 bei der Lärche), das des Splintes oft $<$ 1. Es entsteht vermutlich als Ausscheidestoff bei der Verholzung und findet sich in allen Nährzellen, aus denen es zum Teil in Zwischenzellenräume austritt, diese erweitert und im Durchschnitt der verschiedenen Nadelholzarten im oberen Stammteil



Längsschnitt durch den Harzgang einer Fichte. V. 190/1. t, t bedeuten die Leitzellen der Grundmasse, rechts mit Hoftüpfeln h; t' = Begleitzellen des Harzganges J, dessen Inhalt mittelst Weingeist aufgelöst und entfernt wurde, um die den Gang auskleidenden Drüsenzellen e sichtbar zu machen; p sind Nährzellen in Begleitung des Harzganges, s. auch Querschnitt in Bild 31 a.

Bild 25 a nach H. & W. I, S. 41.



Strahlschnitt durch Fichtenholz, mitten durch einen Harzgang; im Hintergrund ein Markstrahl, in dessen Mitte ein wagerechter Harzgang b, dessen Kreuzung mit dem lotrechten deren Verbindung bei c zeigt (durch Weingeistbehanalung wie bei 25 a sichtbar gemacht). Aus Wiesner, Bd. I, S. 23. V. 166/1.

Bild 25 b.

zu 15 bis 40 ^{cm}, im unteren zu 30 bis 70 ^{cm} langen Röhren umgestaltet, in denen es unter solchem Drucke steht, daß es beim Anschneiden herausquillt, was sowohl für das rasche Schließen von Verwundungen der Bäume als für die Harzgewinnung sehr nützlich ist. Die Harzgänge treten nämlich nicht bloß lotrecht zwischen den Rund- und Breitfasern, sondern auch wagerecht in den Markstrahlen auf. Bild 25 a zeigt den Schnitt durch einen lotrechten Harzgang der Fichte in 190/1 mit den begleitenden Nährzellen, Bild 25 b die Kreuzung eines lotrechten mit einem Markstrahlenharzgang der Fichte nach R. Hartig. V. 166/1; Bild 25 c eine Harzgalle meiner Sammlung von 7 ^{mm} größter Breite auf 4/5 verkleinert.

In die Zellwände des lebenden Baumes kann das Harz nicht eindringen, da diese — auch im Kern, bei dem nur das Zellinnere ausgetrocknet ist — durch ihren Wassergehalt gespannt sind. Bei langsamem Austrocknen des gefällten Stammes aber dringt es als Ersatz des Wassers in die Zellwände bzw. überzieht sie mit einer trockenen Harzkruste, die zwar deren Wände festigt und gegen Fäulnis widerstandfähiger macht, aber zugleich

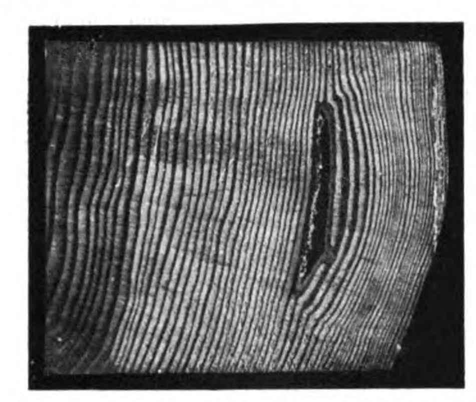


Bild 25 c. *Harzgalle in einem Kiefernstück.*[59])

auch spröder. Faßt man diese Harzkrusten als feste Bestandteile auf, so verringert sich dadurch das spezifische Gewicht, wie schon S. 97 bemerkt ist.

Auf gutem Boden und auf der Sonnenseite werden mehr Harzgänge erzeugt als auf magerem Boden an der Winterseite, ja ersterenfalls ist die Erzeugung oft so reichlich, daß auch noch Harzgallen entstehen, d. h. flache Ablagerungen im Jahrringumfang von wechselnder Größe. Sie können Handbreite und bis 7 ^{mm} Stärke erreichen und sind für die Verwendung des Holzes oft recht unangenehm. Der Wert von Brettern kann dadurch sehr herabgesetzt werden, auch leiden manche Holzverbände dadurch stark. So zeigt die Hängesäule Bild ... gerade in einer Zerreißfläche eine so breite Harzgalle, die beim Bearbeiten nicht zu erkennen war[59]), daß dadurch die Festigkeit der ganzen Hängesäule schwer beeinträchtigt wurde. Dies ist ein weiterer Grund für die Minderwertigkeit der am freien Südrande von Wäldern erwachsenen Fichten und Kiefern. Bei Tannen und Tsugen sind Harzgallen nicht zu fürchten, vgl. oben. — Bäume, die zur Harzgewinnung ausgenutzt werden, enthalten nach dem Abzapfen im Splint so wenig Harz, daß der Splint alsdann minderwertiger wird, wie schon S. 442 bemerkt ist. Der Kern leidet darunter nicht, weil die Verbindung seiner Harzgänge mit dem Splint durch Füllzellen verstopft ist.

Bezeichnungen: Ehe wir zur Einzelbeschreibung der wichtigsten Nadelhölzer übergehen, ist noch etwas über deren Bezeichnungen zu sagen. Im folgenden sind nur die wichtigsten und heute gebräuchlichsten Bezeichnungen in Sperrdruck hervorgehoben, die örtlichen und weniger verbreiteten Handelsnamen aber beigefügt. Welche Verwirrungen noch vorkommen, habe ich in einer Zusammenstellung a. a. O.[2]) S. 132 gezeigt. Bemerkt sei hier besonders, daß auch die botanischen Namen keine untrügliche Bezeichnung sichern, es sei denn, daß man den Anfangsbuchstaben des Botanikers, von dem die betreffende Bezeichnung stammt, in Klammern beisetzt. Im folgenden sind nur die heute verbreitetsten botanischen Namen angegeben.

[59]) Bild 25 c zeigt zwar, daß die nächsten Jahrringe hinter der Harzgalle verdrückt sind, doch schließt schon der vierte bis fünfte wieder glatt an; das Vorhandensein einer Harzgalle, die mitten in einem Brettstück liegt, ist somit schwer oder gar nicht zu erkennen. Bemerkenswert sind in Bild 25 c auch die dunklen Fleckenstreifen entlang den Markstrahlen, die den Anfang des „Blauwerdens" bedeuten, das ja immer in den Markstrahlen beginnt.

1) Die Fichte, picea excelsa (Lk.), auch Rottanne (Süddeutschland) und Grähne (Ostseeprovinzen) genannt, ist wohl in Deutschland der verbreitetste und zu Bauzwecken (neben Kiefer) am meisten verwendete Nadelholzbaum, der auch am gründlichsten auf seine bautechnischen Eigenschaften untersucht ist[6]) und daher zuerst besprochen werden soll:

Die Fichte ist der schlankste unserer Nadelbäume, ein Splintholzbaum (s. S. 434), dessen Stamm bei freiem Stande stark abholzig ist, d. h. sich stark nach oben verjüngt (bei im Schlußstand erwachsenen Bäumen weniger stark) bis zu einer dünnen Spitze, die freilich der Blitzgefahr sehr ausgesetzt ist; sie hat flache, sich weit ausbreitende Wurzeln, daher unterliegt sie oft strichweise dem Windbruch und ist im deutschen Mittelgebirge (neben der auf Kalkböden vorherrschenden Buche) wohl der verbreitetste Waldbaum[60]) mit im Alter dicker, zerklüfteter gerbstoffreicher Borke und bei guter Erziehung auch von hoher Astreinheit (vgl. später). Die Fichte eignet sich demnach ebensogut für hohe Masten als für Balken, Bretter und Bohlen, zeigt keinen Farbunterschied zwischen Splint- und Kernholz und liefert als Fettbaum bei richtiger Fällzeit oder bei vorheriger Ringelung auch ein dauerhaftes Holz. Im Vergleich zur Kiefer gilt sie zwar für weniger wetterfest, weil ihr Harzreichtum geringer ist; sie leistet aber bei richtiger Behandlung doch Treffliches und findet daher vielseitige Verwendung trotz ihrer im Durchschnitt etwas geringeren Härte und Festigkeit (vgl. Liste III u. IV). Die Kennzeichen von Fichtenholz an lebenden Bäumen sind allgemein bekannt, nicht aber die Unterscheidung von anderen Nadelhölzern am gefällten

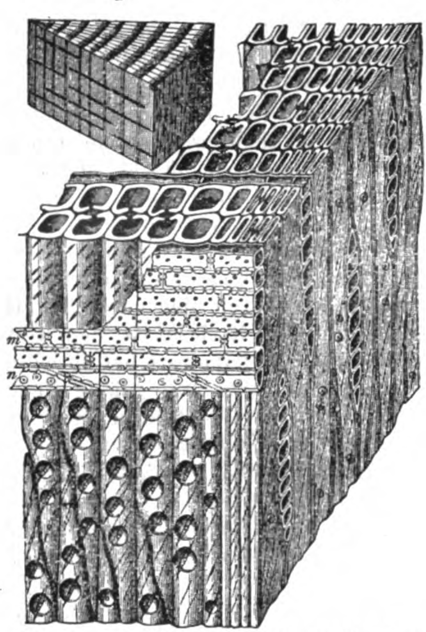


Bild 26, 1 und 2 aus R. Hartig[12]), S. 4.

und bereits verarbeiteten Holze. Hierzu dienen folgende Merkmale, die sie von der Tanne unterscheiden: Im Hirnschnitt zeigt sie eine mäßige Zahl von Harzgängen, die allerdings meist nur am Dünnschnitt mit Lupe, Bild 27 zu erkennen sind. Im Spiegelschnitt sind die Nährzellen der Markstrahlen (mit einfachen

[60]) Nach Büsgen gehört etwa $^1/_5$ des nutzbaren deutschen Waldbodens der Fichte. In Süddeutschland (Bayern, Oberschwaben, Schwarzwald, Vogesen) macht die Weißtanne ihr oft den Platz streitig, doch findet sie sich wieder vorherrschend in den Alpen und reicht auch weit nach Norden hinauf, verkümmert dort allerdings mehr und mehr, wird schon in Riga wenig geachtet, liefert aber in dem wärmeren Schweden und Norwegen noch höher im Norden treffliches, wenn auch langsamer wachsendes und daher engringiges Holz.

Tüpfeln) oben und unten je durch eine einzige Reihe von Leitzellen mit gehöften Tüpfeln begrenzt. Etwa hierbei durchschnittene Harzgänge erscheinen dem bloßen Auge wie Nadelrisse. Im Fladenschnitt erkennt man, daß die Markstrahlen je nur aus einer Reihe lotrecht übereinander liegender Zellen bestehen. — Zur Unterscheidung von der Kiefer und anderen Nadelhölzern dienen die dort angegebenen Kennzeichen. Bild 26 zeigt bei 1 den keilförmigen Ausschnitt aus einem zehnjährigen entrindeten und ziemlich weitringigen Fichtenstamm, auf dem Hirnschnitt mit einigen unbestimmten Flecken, die Harzgänge bedeuten. Bild 26, 2 ist die hundertfache Vergrößerung der vorderen oberen Ecke von 1 nach R. Hartig [10]), mit Hirn-, Spiegel- und Fladenschnitt, aber unter Weglassung der Harzgänge. In Bild 26, 3 hat Hartig den Hirnschnitt durch die Rundfasern, Breitfasern und Harzgänge einiger engerer Jahrringe dargestellt, wozu er selbst bemerkt, daß

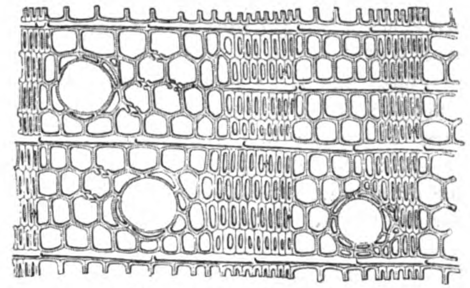


Bild 26, 3. *V. 100/1.*

die Wandungen der Harzgänge etwas zu fein geraten sind. Er hätte hinzufügen können, daß dies auch für die Wandungen der Breitfasern gilt, die besonders in Bild 26, 2 zu dünn im Verhältnis zur Wandstärke der Rundfasern geraten sind. Bild 27 zeigt bessere Verhältnisse. Wie stark der Unterschied in der Dicke und daher auch Festig-

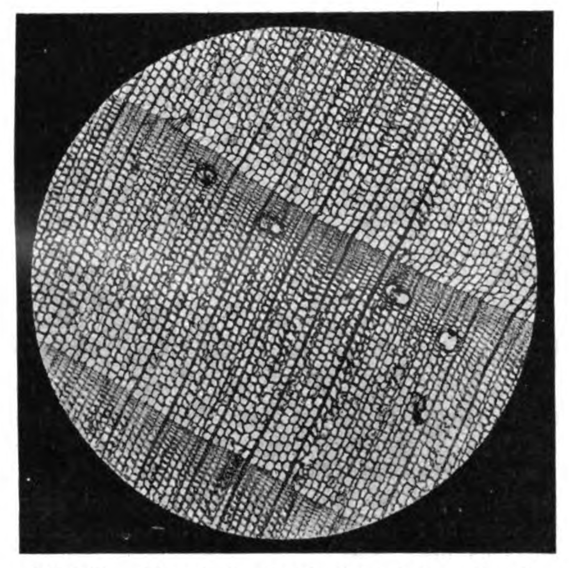


Bild 27. *Hirnschnitt durch Fichtenholz. V. 10/1.*

keit und Widerstand gegen Abnutzung ist, zeigt sich, wie bereits S. 438 bemerkt ist, daran, daß die Frühzellen schon durch den vom Wind bewegten Staub und Sand tief hinein abgenutzt werden. Bild 23 stellt die ungleiche Abnutzung eines Eisbrecherpfahls aus Fichtenholz von der alten Weserbrücke bei Nienburg dar, die lediglich durch strömendes Wasser erfolgt ist. Wie ungleich die Vertiefungen sind, zeigen zwei Längschnitte *a a* und *b b* über den Lichtbildern. Diese Vertiefungen sind dadurch entstanden, daß einzelne Jahrringe besonders viel Frühholz und wenig Spätholz besaßen, so daß, als alles Frühholz links und rechts abgeflößt war, die zurückgeblicbenen dünnen Spätholzrippen schließlich ebenfalls teilweise abbrachen.

Bild 28 zeigt unten die Hirnfläche, oben die geblasene Seitenfläche eines aus zwei Fichtenstücken zusammengeleimten Rahmholzes, das der Wirkung unseres Sand-

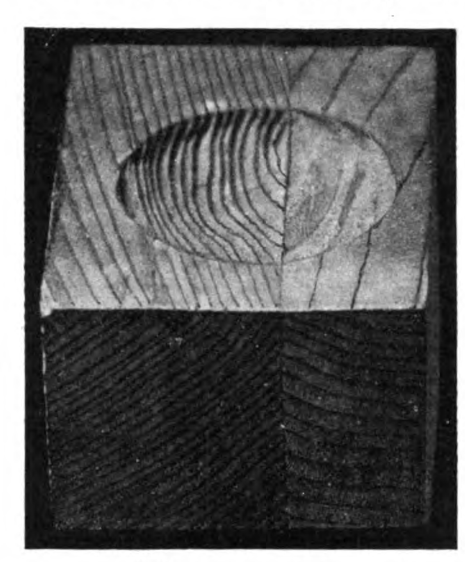


Bild 28. *Draufsicht.*

strahlgebläses mit 2 ^{at} Preßluft zwei Minuten lang ausgesetzt war. Man sieht aus dem Hirnschnitt, wie verschieden die Jahrringe beider Stücke laufen, was erklärlich macht, warum die Breite der ausgeblasenen Frühholz-

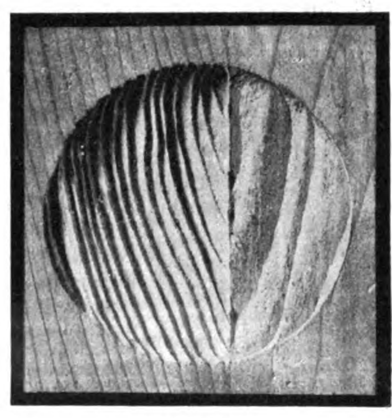


Bild 28 a.

streifen auf beiden Seiten so verschieden ist. Bild 28 a zeigt die angeblasene Fläche noch deutlicher.

Bild 29 stellt unten den Hirnschnitt einer Fichtenbohle von 27,5 ^{cm} Breite und 7,5 ^{cm} Stärke dar, der die

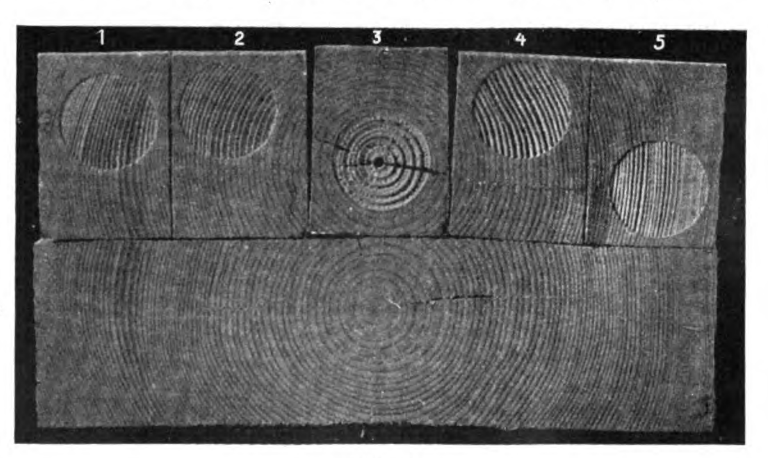


Bild 29.

Markröhre mit enthält (was meist mit dem nicht ganz eindeutigen Namen Kernbohle bezeichnet wird; zutreffender wäre „Markbohle“. Das abgesägte Stück dieser Bohle ist in fünf Würfel zerschnitten, die zwei Minuten lang dem Sandstrahlgebläse ausgesetzt und dann über der Bohle aufgestellt wurden. Die Bohle stand lange Jahre im Hausflur, konnte daher für völlig lufttrocken gelten. Die Luftfeuchtigkeit während des Blasens betrug + 86 %. Die abgenutzten Kreisflächen haben je 4 ^{cm} ⌀; der Gewichtverlust durch das Blasen ist in Liste III angegeben. Das Blasen fand am 16. September 1912 statt, nach $1^1/_2$-monatlicher Regenzeit. Um den großen Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Abnutzung zu zeigen, wurde am 17. April 1913 nach 6monatlicher Heizung des Flurs und bei großer Trockenheit der Außenluft die Bohle selbst in fünf Scheiben geteilt und diese gleichfalls dem Sandstrahlgebläse ausgesetzt, wobei sich die zweite Zahlenreihe ergab.

Liste III.

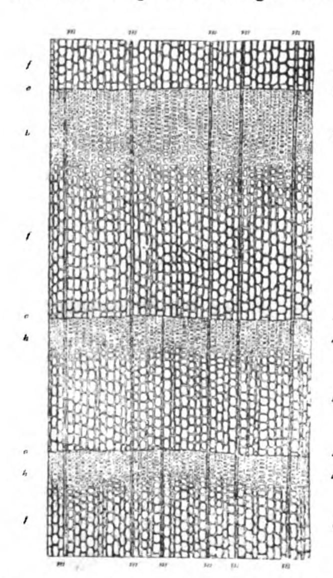
Abnutzung von Bild 29 im Sandstrahlgebläse.

Nummer	1	2	3	4	5	Durchschnitt	Feuchtigkeit der Luft
Gewichtverlust am 16. September 1912	0,38	0,46	0,33	0,55	0,42	0,43	86 %
Gewichtverlust am 17. April 1913.........	0,31	0,26	0,27	0,34	0,17 (?)	0,27 (?)	56 %

Ein ganz strenger Vergleich beider Zahlen ist allerdings nicht möglich, da die geblasenen Flächen sich nicht genau decken und der Einfluß kleiner Verschiebungen oft beträchtlich schlechtere Jahrringe trifft. Die auffallend kleine Zahl 0,17 (?) rührt vielleicht daher, daß die angeblasene Fläche sehr viel enge Jahrringe hatte, in die die gröberen Sandkörner nicht eindringen konnten. Es soll mit feinerem Sand nachgeprüft werden. Festigkeitzahlen s. später.

Harzgallen kommen leider bei manchen Fichten recht häufig vor (vgl. S. 451).

2. Die Weißtanne[61]) oder Edeltanne, abies pectinata (D. C.) ist gleichfalls ein Splintholzbaum wie die Fichte, ihr Holz hat auch große Aehnlichkeit mit der letzteren und läßt sich am bearbeiteten Stamme nur mit dem Mikroskop sicher von ihr unterscheiden[62]), nämlich dadurch, daß der Hirnschnitt keine Harzgänge zeigt, der Spiegelschnitt keine Leitzellen in den Markstrahlen. Letztere bestehen daher nur aus Nährzellen, und ein Dünnschnitt des Hirnholzes zeigt die regelmäßige Anordnung von Bild 30. Die lebenden Bäume sind leicht zu unterscheiden von Fichte und Kiefer durch die breiten flachstehenden Nadeln, wie bei Eibe, aber unten mit zwei weißen Streifen (Wachspünktchen) statt der gelben Färbung der Eiben. Die Krone läuft nicht so spitz aus wie bei der Fichte, die Verjüngung ist daher etwas geringer, was für Balkenholz noch geeigneter; der meist geringere Harzgehalt (s. S. 419) läßt sie aber weniger dauerhaft erscheinen als die Fichte, und in Norddeutschland gilt ihr Holz im allgemeinen für weicher und minderwertiger; allgemein anerkannt ist nur, „daß es besser steht“, d. h. weniger schwindet als die Fichte, s. Liste V. S. 462. Als Blindholz ist es daher beliebter. In Süddeutschland wird die Tanne höher geschätzt, was daher rührt, daß sie im wärmeren Klima besser gedeiht als die Fichte; ausschließlich örtliche Erfahrungen mußten daher im Norden und Süden zu entgegengesetzten Ansichten führen. Da die Festigkeit der Nadelhölzer von ihrem Darrgewicht abhängt, so zeigt Liste V, daß in der Tat gute Tannen zwar den minderwertigeren Fichtensorten überlegen sind, nicht aber den besten Fichten. Für Tischlerwaren und Fußböden ist die Tanne auch dadurch im Nachteil, daß das Holz im Alter grau wird, während das Holz der Fichte bei gutem Scheuern weiß bleibt. Die Rinde der Tanne ist in der Jugend glatt, dunkelgrün, später grauweiß, die der Fichte rötlich, daher die in Süddeutschland üblicheren Bezeichnungen Weiß- und Rottanne. Der stattliche gleichmäßige Wuchs macht die



o o = Grenzen von Jahrringen; f f = Frühholz; h h = Spätholz; m m = Markstrahlen (Nach Hempel und Wilhelm. I. S. 16.)

Bild 30. *Querschnitt aus dem Stammholze der Weißtanne (Abies pectinata), V. 24/1.*

Weißtanne beliebt als freistehenden Parkbaum, daher der Name Edeltanne. Solche freistehenden Bäume, ob Fichte oder Tanne, liefern aber nach S. 438 stets ein minderwertiges und sehr ästiges Holz, und in Norddeutschland mag dies bei der Seltenheit der Tanne als Waldbaum gleichfalls zur Geringschätzung ihres Holzes gegenüber der geschlossen aufgewachsenen Fichte beigetragen haben. In Süddeutschland wachsen die besten Tannen im Gebirge (Schwarzwald und Vogesen); die auf dem nassen und weichen Boden Oberschwabens gewachsenen Tannen gelten auch dort für minderwertig. Manchmal wachsen die Gipfeläste höher als die Stammspitze, was man im Hügelland als Storchnest, im Hochgebirge als Adlerhorst bezeichnet.

Die übrigen Nadelhölzer sind durchweg Kernholzbäume. Das wichtigste ist:

3. die Kiefer, Föhre, Fuhre, pinus silvestris (L.). In Süddeutschland und Oesterreich ist noch heute allgemein der Name Föhre verbreitet (auch Forche und Forle), in Niedersachsen und Skandinavien Fuhre; im Ostseegebiet von Berlin bis Reval wird noch heute vielfach Fichte

[61]) Manche sagen schlechtweg „Tanne“, was ungenau. Im Harz z. B. gibt es fast nur Fichten, trotz des bekannten Bergmannspruches: Es grüne die Tanne usw. Tanne war eben früher der Sammelname für alle Nadelhölzer, ja, von unsern Dichtern wurde „der Tann“ sogar noch allgemeiner für „der Wald“ gebraucht, wenn es der Reim verlangte. Nach Joh. Hoops: Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum, Straßburg 1905, sollen Tanne und Fichte uralte deutsche Worte sein, Tanne mit der alten Bedeutung von Lohe zum Gerben, Fichte mit der von Pech oder Harz zusammenhängen, während Fuhre im Nordwesten, Kiene im Brandenburgischen uralte Namen sind, aus denen erst im Mittelalter, und zwar vermutlich zuerst in Thüringen Kiefer zusammengezogen wurde. Ahd. Forha hängt ursprünglich mit Eichwald zusammen infolge einer von der Wanderung der Germanen aus Eichen- in Kiefernwaldgegenden herrührenden starken Verschiebung der Wortbedeutung.

[62]) Aeltere norddeutsche Tischler haben mir gegenüber schon behauptet, daß sie den Unterschied zwischen Tannen- und Fichtenholz am Hobelstoß sicher herausfühlen. Sie täuschten sich aber jedesmal, wenn ich ihnen ein gut gewachsenes Tannenstück zusammen mit einem minderwertigen Fichtenstück zu untersuchen gab.

gesagt, was dem Holzhandel nachteilig. Einzelne besonders harzreiche Späne heißen Kienholz; daraus schnitten unsere Altvorderen als einzige Abendbeleuchtung die Kienfackeln. Kienholz und Föhre wurde dann erst im Hochdeutschen zu „Kiefer“ zusammengezogen. Letzterer Name herrscht heute in der Schriftsprache vor. Zahlreiche örtliche Bezeichnungen s. z. B. in Brockhaus.

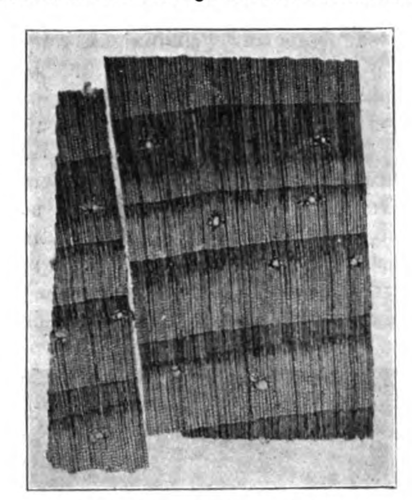
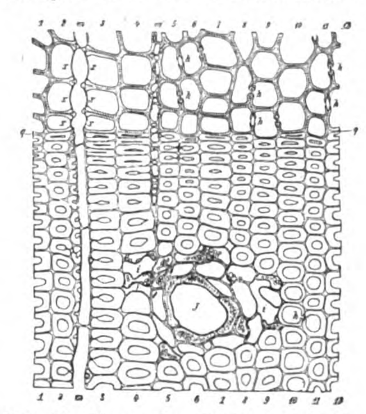
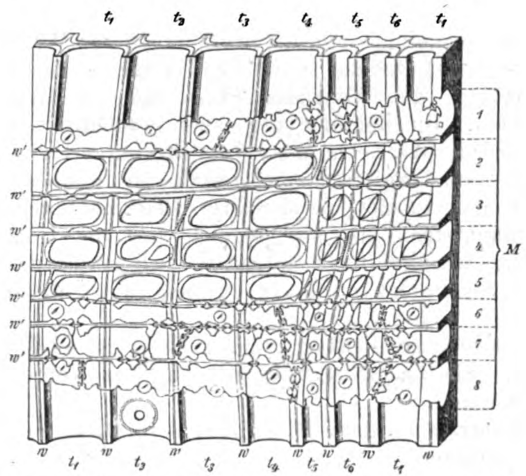


Bild 31. *Kiefer. V. 4/1.*



Oberhalb q q: Frühholz (Rundfasern des nächsten Jahrringes); unterhalb q q: Spätholz mit Harzgang J, umgeben von weiten Nährzellen, die teilweise Stärkekörnchen enthalten. (Die Lücken i sind nur infolge Verschiebung beim Dünnschnitt entstanden.) Das Harz in J ist durch Alkohol aufgelöst und entfernt worden. 1—12 sind Leitzellen, bei h durchschnittene Hoftüpfel; m m = Markstrahl mit sehr dünnwandigen Nährzellen (bei x); m' = Nebenmarkstrahl. V. 150/1, aus H. und W. I, S. 125.

Bild 31 a. *Hirnschnitt durch Kiefernholz.*



t_1 bis t_7 = angeschnittene Leitzellen (Rund- und Breitfasern); M = Markstrahl mit wagerechten Längswänden w'; die Reihen 2 bis 5 sind Nährzellen, 1, 6, 7 und 8 Leitzellen mit zackigen Wandverdickungen; aus H. und W. I, S. 40.

Bild 31 b. *Spiegelschnitt durch Kiefernholz. V. 225/1.*

Die Kiefer ist nächst der Fichte der weitestverbreitete Nadelholzbaum der gemäßigten Zone, wird nach Norden hin immer vorherrschender, gedeiht auf allen Böden, selbst auf dem dürrsten Sandboden, daher zur Anpflanzung von Oedländereien sehr geeignet (Strandkiefer in Les Landes mit berühmter Harzbalsamgewinnung) und liefert im Alter ein Kernholz, das nächst der Eiche und Lärche für besonders wetterbeständig gilt, daher für Wasserbauten wohl am verbreitetsten ist. Dies trifft jedoch nur für gut gewachsene ältere Stämme zu, während jüngere zu viel Splint enthalten und, falls sie nicht zur Fettzeit gefällt sind, wenig Dauer besitzen. Das Aeußere mit seinen büschelförmigen Nadeln, seiner in der Sonne rotleuchtenden und in Schuppen sich von selbst abstoßenden Rinde, dem schlanken, bei gutem Aufwuchs auch astreinen Stamme, aber mit der Neigung zu schräg aufwärts steigenden Aesten, die als Astquirle sich rings um den Stamm in Abständen gleich einem Jahreslängstrieb ansetzen und entfernt werden müssen, ist bekannt. Die Spitze zeigt häufig Gabelung bis zu schirmartigen Kronen (bes. die Pinien).

Farbe des oft bis handbreiten Splintes gelblich bis rötlichweiß wie die des frischen Kernholzes. Letzteres färbt sich aber beim Austrocknen bräunlichrot und hebt sich dann scharf vom Splint ab. Die Jahrringe sind etwas wellig, Bild 33, die Harzgänge zahlreich, größer und deutlicher als bei anderen Nadelhölzern, oft in der Mitte des Jahrringes reihenweise geordnet, im ersten Frühholz meist fehlend. Bild 31 zeigt einen Dünnschnitt durch Hirnholz V. 4/1, Bild 31 a desgl. V. 150/1. Markröhre oft recht groß, bis 4 mm, manchmal aber verschwindend klein.

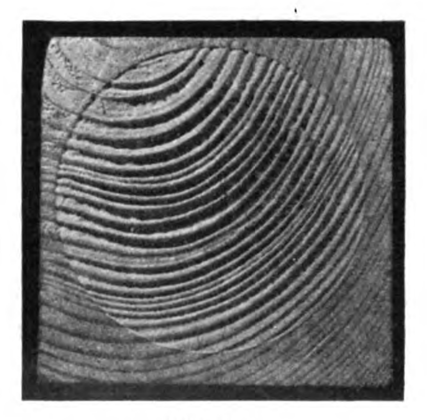


Bild 32 a.



Bild 32 b.



Bild 32 c.

Die Markstrahlen bestehen aus dünnwandigen Nährzellen, die oben und unten durch Leitzellen mit zackigen Wänden und kleinen Hoftüpfeln begrenzt sind. Meist finden sich mehrere Reihen Leitzellen, wodurch sich das Holz von dem der Fichte unterscheidet, ebenso durch die Zacken Bild 31 b aus H. und W. Je nach Standort und Bodenfeuchtigkeit ist bald die Frühholz-, bald die Spät-

zone des Jahrringes kräftiger entwickelt, so daß Raumgewicht und Festigkeit zwischen weiten Grenzen schwankt und unter das guter Fichten sinken kann (s. Liste V).

Bild 32a zeigt die Wirkung des Sandstrahlgebläses auf den Hirnschnitt einer Kiefer mit vorherrschendem Frühholz; die halb im Schatten liegenden dunklen Punkte sind Harzgänge. Bild 32b zeigt einen anderen Schnitt desselben Holzes mit eingewachsenem Aste. Bild 32c zeigt einen Sehnenschnitt, entsprechend der unteren Fläche von Bild 33, bei dem das Spätholz in der Mitte des Bildes weggehobelt war, so daß dort der nächstuntere Jahrring teilweise freigelegt wurde. Man erkennt aber, daß die Abnutzung beim Begehen geringer wird, als wenn die andere Seite des Brettes begangen würde, da dann ganze Jahrringspäne freigelegt und abgezogen werden könnten, wie man das so oft bei fehlerhaft gelegten Fußbodendielen sehen kann. Bild 33 zeigt im unteren Teil den Hirnschnitt einer Bohle aus der trefflichen Kiefer, die von der Mark Brandenburg bis nach Ostpreußen hin wächst (sie wird im Holzhandel häufig als polnische Kiefer bezeichnet, obgleich sie dort seltener; in Sümpfen wachsen nur geringere Kiefern). Die Festigkeit und Dauer dieser Kiefer ist so hervorragend, daß sie den besten ausländischen Kiefern gleichkommt. Das Spätholz herrscht vor, auch der breite helle Splint ist ziemlich fest, der Wechsel der Witterung in den verschiedenen Jahrgängen läßt sich deutlich ablesen (vgl. S. 439). Die flachen Wellenlinien der Jahrringe sind zu erkennen. Das angrenzende Bohlenstück wurde in sechs Platten zerschnitten, die in gut lufttrockenem Zustand je zwei Minuten lang bei 15 ⁰ C und 86 % Luftfeuchtigkeit im nassen Herbst 1912 dem Sandstrahlengebläse ausgesetzt wurden und dabei folgende Gewichtverluste ergaben, denen diejenigen vom 18. April 1913 bei trockener Witterung hinzugefügt sind (wie in Liste III).

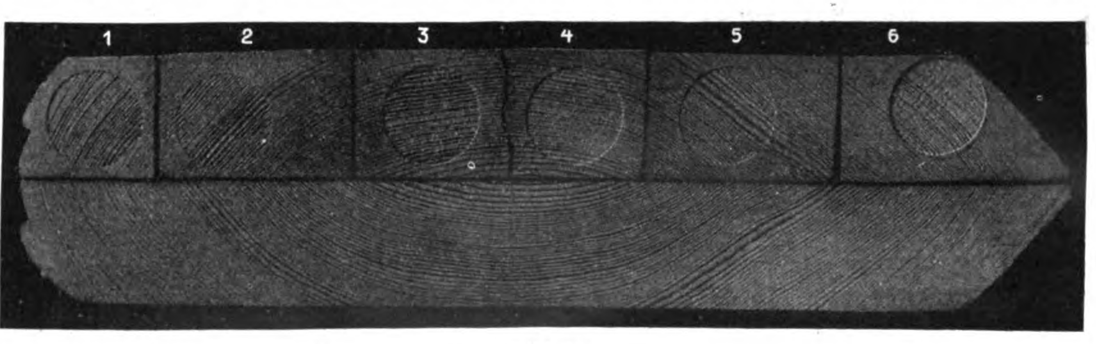


Bild 33.

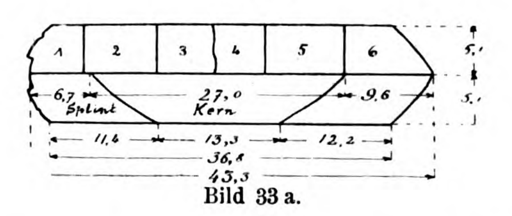


Bild 33 a.

Liste IV.

Abnutzung der Kiefer (Bild 33) im Sandstrahlgebläse.

Nummer	1	2	3	4	5	6	Durchschnitt	Luftwärme	Luftfeuchtigkeit
Gewichtverluste in Gramm am 16. Sept. 1912	0,23	0,30	0,32	0,33	0,34	0,32	0,307	14 ⁰	86 %
Gewichtverluste in Gramm am 18. April 1913	0,22	0,26	0,28	0,27	0,24	0,21	0,247	17 ⁰	55 %

wozu betreffs der stärkeren Abweichungen dieselben Bemerkungen zu machen sind wie zu Liste III und Bild 29.

Man sieht daraus: erstens, daß die gute ostpreußische Kiefer viel widerstandsfähiger ist als die wenig Spätholz enthaltende Fichtenprobe Bild 29, zweitens, daß die Abnutzung (Gewichtverlust) im Splint eher kleiner ist als im Kern. Letzteres darf allerdings nicht verallgemeinert werden, sondern hängt wesentlich davon ab, ob der Sandstrahl mehr breite Jahrringe mit vorherrschendem Frühholz oder schmale mit viel Spätholz getroffen hat, läßt aber vermuten, daß die Minderwertigkeit des Splints im allgemeinen nicht in dessen geringerer Festigkeit, sondern lediglich in seiner geringeren Dauer begründet ist, die jedoch durch geeignete Fällzeit und entsprechende Vor- oder Nachbehandlung verbessert werden kann. Drittens aber beweist dies, daß die viel verbreitete Ansicht, engringiges Holz sei fester als weitringiges, nur dann zutrifft, wenn in den weiten Jahrringen das Frühholz vorherrscht. Die Abmessungen der Bohle 33 in Zentimetern sind aus Schema 33a ersichtlich, ebenso die Kern- und Splintzone.

Abarten der gemeinen Kiefer sind sehr zahlreich. Unter den europäischen Kiefern sind zu nennen:

a) Die Gotlandkiefer, die für besonders gut gilt, aber wohl mit der ostpreußischen übereinstimmt,

b) die österreichische Schwarzkiefer, deren Holz von dem harzreichen Holze der gemeinen Kiefer nach R. Hartig nicht zu unterscheiden ist. Wilhelm gibt jedoch ihr durchschnittliches r_t zu 0,67 an gegen 0,52 der gemeinen Kiefer.

c) Die Zirbelkiefer oder Arve, Pinus Cembra, die kreisrunde Jahrringe zeigt, breiten Splint und sehr leichtes weiches und leichtspaltiges Holz besitzt, das wenig schwindet und schön Politur annimmt, als Bauholz gar nicht, wohl aber für Tischler, Drechsler und Holzschnitzer gesucht ist, auch sehr dauerhaft und harzduftend.

d) Die Weymuthkiefer, pinus strobus, eine amerikanische Abart von c, die 1705 von Lord Weymouth in Europa eingeführt und zur Aufforstung von Waldblößen sehr gesucht ist. Sie hat sehr hohen Harzgehalt (s. Liste II), gleichmäßiges gut stehendes Holz und ist daher als Tischlerholz, für Rolläden usw. sehr gesucht. Oberforstmeister Kraft hat sie in Hannover eingebürgert und ältere Stämme trotz ihrer Weichheit auch für Fußböden von Förstereien verwendet, die sich ihrer Gleichmäßigkeit halber wenig abnutzten. In der Jugend soll ihr Holz nach R. Hartig weniger Harz enthalten und geringere Dauer haben. Neuerdings wird sie kurzweg als „Strobe" bezeichnet.

e) Die Strandkiefer, pinus pinaster, ist schon S. 458 erwähnt. Sie bedarf warmes Klima. Das Kernholz soll sehr gut sein.

Hervorragend gutes Holz liefern folgende amerikanische[63]) Abarten:

f) die Pechkiefer, pinus australis oder palustris, auch als pinus ponderosa wegen ihres hohen Raumgewichtes $r_t = 0{,}75$ bezeichnet. Die englische Bezeichnung pitch-pine ist in Nordwestdeutschland geläufiger als die deutsche Uebersetzung Pechkiefer. Sie wächst hauptsächlich an der Ostküste der Vereinigten Staaten und ist in älteren Jahren so harzreich, daß sie sich fettig anfühlt

und keinen Anstrich verträgt, hat auch so sehr vorherrschendes Spätholz, daß sie als druck- und wetterfesteste Nadelholzart gilt und zum Schiff- und Wasserbau, aber auch zu Fensterrahmen hoch geschätzt ist. Bild 34 a zeigt einen Hirnschnitt, dessen Rückseite angeblasen wurde und sehr geringe Abnutzung ergab, (0,22 g auf die Blasfläche von Bild 33 umgerechnet). Die Lichtbildaufnahme dieser Rückseite konnte nicht wiedergegeben werden, weil die breiten dunklen Spätholzstreifen, die unversehrt geblieben, im Bild wie Vertiefungen wirken würden. Bild 34 b stellt Querrahmen und Wasserschenkel zu einem Fenster dar, wie es in Amerika ohne Anstrich beliebt ist. Leider ist die Pechkiefer durch Raubbau so selten und teuer geworden, daß die Ausfuhr fast ganz aufgehört hat. In Nordostdeutschland nennt man sie yellow pine wie die folgende:

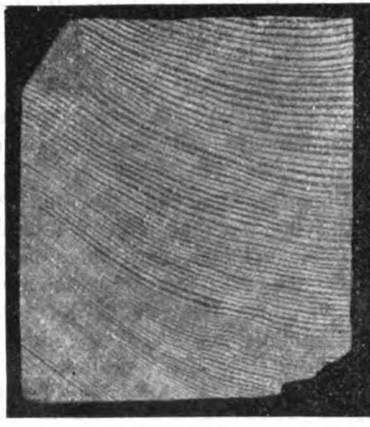




Bild 34 a. *Pechkiefer.* Bild 34 b.

g) Die Gelbholz-Kiefer (yellow pine), pinus mitis, der Pechkiefer sehr ähnlich (manche wollen nur einen Unterschied im Standort, nicht in der Holzart zugeben), aber von mehr rötlich leuchtender Farbe (gegenüber dem Dunkelbraun der Pechkiefer) und etwas weniger dauerhaft, aber immer noch eine der besten Kieferarten, die im Südosten der Vereinigten Staaten, besonders in Florida, früher massenhaft wuchs und bei uns sehr begehrt ist, sowohl als bestes Tischlerholz zu Türen, Fensterrahmen (Bild 35), Fußböden wie auch zu Laufbohlen bei Wasserbauten usw.



Bild 35. *Gelbkiefer.*

Das Harz leuchtet bei dünnen von der Sonne beschienenen Türfüllungen sehr schön durch. Oelanstrich verträgt auch dieses Holz schlecht; man soll es nur lackieren, nachdem vorher mit einem sogenannten Holzfüller die Poren verstrichen sind (s. „Farbe und Lack" 1913, S. 55). Leider wird auch dieses Holz immer seltener und teurer, die Einfuhr bei uns ist aber noch eine beträchtliche.

h) Die Rotkiefer, pinus resinosa, red pine Kaliforniens und Kanadas, früher Ersatz für Pech- und Gelbkiefer, jetzt fast verschwunden; auch ist es fraglich, ob dies nicht eine ältere Bezeichnung für Douglastanne ist (s. unten). Cline und Heim[63]) bezeichnen pinus resinosa als „Norway pine", die von Neu-England und den großen Seen stamme, sich aber scharf von Weiß- und Rottanne unterscheide. Sie wird auch oft schlechtweg als Rotholz bezeichnet, doch ist letzterer Name heute im Handel so vieldeutig geworden, daß man sich ohne genauere Angabe der Herkunft nicht auf dessen Kauf einlassen sollte. Sequoia- und Eucalyptusarten heißen auch Rotholz.

4. Die Lärche, larix europaea D. C. (oder decidua), den vorgenannten europäischen Nadelhölzern überlegen an Festigkeit, Harzgehalt, Schönheit und Dauer des Holzes, $r_t = 0{,}62$, ist heimisch und gedeiht besonders gut in den Hochalpen (Steinlärche) und in den Karpathen, auch im mährischen Gesenke, während sie in den Niederungen Deutschlands nur auf ihr zusagendem Boden Anpflanzung verdient, aber z. B. im Wiener Wald gut fortkommt[64]); sehr häufig ist sie in Sibirien, das ihre zweite Heimat sein soll. Einige wollen die sibirische als besondere Abart (larix sibirica) unterscheiden, die teils für weniger gut, teils für besser als die europäische geschätzt wird. Es mag wohl auch dort auf Standort und Klima ankommen, wie bei uns. Vom Fichtenholz sind Splintstücke minderwertiger Lärchen sehr schwer zu unterscheiden (vgl. Wiesner II, S. 150). Jedenfalls hält die Lärche sehr hohe Kältegrade aus und zeichnet sich vor allen andern Nadelhölzern dadurch aus, daß sie ihre hellgrünen Nadeln im Winter abwirft. Da sie als Tischlerholz sehr begehrt ist, wird sie für Bauholz meist zu teuer; nur in der Nähe ihrer Hauptstandorte legt man noch heute besonderen Wert auf Lärchenholzbauten. Täfelungen aus Lärchenholz sind der Stolz der Alpenbauernhäuser. Für Rammpfähle gibt es nichts Besseres (Kampanile in Venedig) als ungekrümmte Lärchenpfähle — meist ist leider der Stamm an der Wurzel etwas gekrümmt —, und zu Caesars Zeit wurde die Lärche sogar für unverbrennlich gehalten, da sie ihres Harzreichtums wegen langsamer verkohlt, was bei der heute beliebten Harz- und Terpentinölgewinnung nur selten mehr zutrifft (vgl. S. 451). In Amerika scheint das Lärchenholz weniger geschätzt zu sein. Cline nennt zwei Arten, Western Larch (larix occidentalis) und Tamarack (larix laricina).

Vergleich der bisherigen vier Nadelholzsorten:

R. Hartig gibt folgende Zusammenstellung von Mittelwerten über die vier genannten Nadelholzsorten:

Liste V.

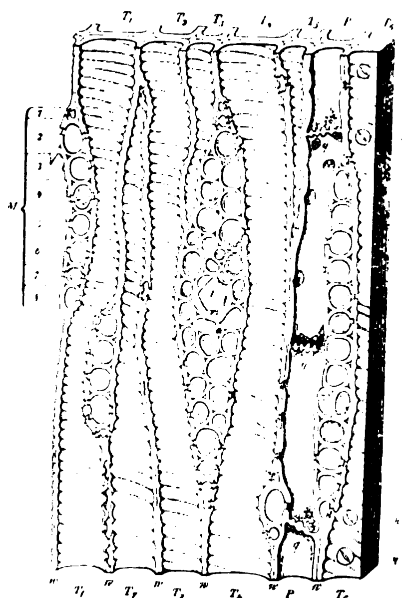
Holzart	Darrgewicht r_0	Schwindmaß
Lärche	0,62—0,55	12,1 %
Kiefer	0,51—0,45	11,2—12 %
Fichte...........	0,48—0,43	13,1—13,5 %
Weißtanne	0,45—0,42	11,5 %

63) Eine gute Zusammenstellung über Vorkommen, Eigenschaften und Festigkeit der amerikanischen Nadelhölzer s. in Cline und Heim: Tests of structural timbers, Bulletin 108 des Un. St. Forest Service, Washington 1912. Demnach teilt man im Handel die Gelbkiefer ein in Longleaf-pine mit schmalen Jahrringen (mehr als 4 auf 1 cm), höchstens 30 % Splint, auch vorherrschendem Spätholz und Shortleaf-pine mit breiteren Jahrringen, viel Splint und vorherrschendem Frühholz.

64) Janka hat soeben in Heft IV seiner Holzuntersuchungen (Heft 37 der ganzen Folge)[6]) Lärchen aus dem Wiener Wald, Schlesien (mährisches Gesenke) sowie Nord- und Südtirol behandelt. Er findet schon die schlesische Lärche physiologisch verschieden von der Alpenlärche und die Südtiroler Lärche für die minderwertigste; am besten ist das Holz aus dem Wiener Wald (angepflanzt), dann aus Schlesien, dann aus Nordtirol, was mit den Walliser Erfahrungen nicht zu stimmen scheint; die Anzahl der Proben ist aber noch zu klein.

5. Die Tsugaarten sind den Weißtannen verwandt, kommen nur in Nordamerika, am Himalaja und in Japan vor, heißen auch Schierlings- oder Hemlocktannen, haben für uns aber wenig Verwendung bis auf die falsche Tsuga 5a. Weiteres s. bei v. Tubeuf a. a. O.[57]) S. 86.

5a. Die Douglastanne oder -fichte, Pseudotsuga Douglasii, auch red fir und Oregon pine genannt, stammt aus Amerika, erreicht dort Höhen bis 90, ja 100 ^{m}, wird aber als eines der dankbarsten Nadelhölzer seit 1827 auch in Europa gepflanzt (in größerem Maßstab von Fürst Bismarck im Sachsenwalde)[65]); sie wächst sehr schnell und liefert breite Jahrringe, aber mit vorherrschendem Spätholz (Bild 22, S. 435), hat auch große Dauer und Festigkeit, kommt an Güte dem Lärchenholz nahe, verdient daher bei uns größere Verbreitung. Bemerkenswert sind einzelne breite Markstrahlen, z. B. dreireihige bei *i*, Bild 36. L. Klein[66]) beschreibt die Douglastanne so: „Sie hat die Gestalt der Fichte, Nadeln ähnlich der Weißtanne, Kern und Splint wie die Kiefer, auf tiefgründigem, fruchtbarem, frischem Boden bei erheblicher Luftfeuchtigkeit erreicht sie fast die Holzfestigkeit der Lärche.“



T = Leitzellen mit schraubenförmigen Verdickungstreifen; P = Nährzellen, q deren Querwände; bei M ein einschichtiger, bei i ein mehrschichtiger Markstrahl mit Harzgang: 1 und 8 sind Leit-, die übrigen Nährzellen; zwischen T_4 und T_5 oben ein Markstrahl mit nur einer Leitzelle.

Bild 36. *Sehnenschnitt durch das Frühholz der Douglastanne, aus H. und W. I, S. 39. V. 200/1.*

6. Küstensequoie, Sequoia sempervirens, auch Rotholz, red wood, genannt, kommt an der kalifornischen Küste noch massenhaft vor und liefert ein hochgeschätztes Bauholz mit schmalem Splint, bläulichrotem Kern, harzarm und ohne Harzgänge, aber sehr gerbstoffreich, daher trotzdem dauerhaft, wird viel nach Westen und Süden ausgeführt. Es brennt auch sehr langsam und wurde für einen angeblich unverbrennlichen Hotelbau in San Franzisko verwendet, der aber gänzlich niederbrannte.

Der Name „red wood“ oder Rotholz wird übrigens in unseren Handelshäfen für zahlreiche andere rötliche Holzarten verwendet, daher Sequoia sempervirens oder (nach Wilhelm)[5]) „Küstensequoie“ vorzuziehen ist.

Von anderen Sequoiaarten ist nur noch die Sequoia gigantea zu nennen, auch Mammutbaum, früher Wellingtonia gigantea genannt, ein beliebter Baum unserer Ziergärten, in Nevada aber zu Riesenbäumen gediehen. Es ist der zweithöchste Baum der Welt (vgl. S. 448), aber nur noch in wenigen Stücken vorhanden und genießt Naturdenkmalschutz, ähnlich wie:

7. die Zedern des Libanon, deren Vorfahren angeblich zum Bau des Tempels Salomos verwendet sein sollen, was nach neueren Forschungen, z. B. von Francé, angezweifelt wird, ebenso ihr Ruhm, das beste Bauholz zu sein. Im Atlas und Himalaja sollen bessere Zedernhölzer wachsen.

Mit dem Namen Zeder (deutsch Sadebaum) wird übrigens vielerlei bezeichnet, auch Zypressenarten wie Wacholder (Juniperus communis) und virginisches Zedernholz (Juniperus virginiana), das wohlriechende Bleistiftholz, das aber für Bleistiftfassungen jetzt so massenhaft verbraucht wird, daß schon Mangel eintritt und die Preise so hoch sind, daß selbst für Kunsttischler nichts mehr übrig bleibt. (Auch das echte Zigarrenkistenholz wird häufig Zedernholz genannt; es stammt aber von einem südamerikanischen Laubholzbaum, cedrela odorata, der wohl auch bald durch den Raubbau vernichtet sein und heute schon vielfach durch Erle und Linde ersetzt wird.) Zuletzt sind zwei Nadelhölzer mit Beeren statt der Zapfen zu nennen, nämlich:

8. die Eibe (Taxus baccata), die weitaus das beste, festeste und trotz ihres Harzmangels dauerhafteste Nadelholz besitzt, das früher zu Waffen hochgeschätzt war (in den Mooren unserer Heide werden ab und zu große Stämme ausgegraben) und noch heute bei den Japanern zu Pfeil und Bogen benutzt wird. Ihrer düsteren schwarzgrünen Blätter wegen war die Eibe der altgermanische Totenbaum, beim Uebergang zum Ackerbau wurde er aber meist ausgerodet, da die Nadeln (fälschlich wird dies auch den Beeren nachgesagt) giftig sind, vom Vieh aber gern gefressen werden, deshalb heute bei uns fast nur auf unzugänglichen Felsen oder als Zierbaum in Parken zu finden. Francé zählt a. a. O.[28]) Band 4, S. 100, die jetzt als Naturdenkmäler geschützten berühmten alten Eiben auf, wobei Harburg vergessen ist. Neuerdings sind wieder Anpflanzungen erfolgt. Als Nutzholz aber ist es seines langsamen Wachstums wegen leider meist zu teuer. Letzteres gilt auch von dem festen Wacholder, Juniperus, und den weichen Zypressen. Dagegen findet sich noch eine Abart von Taxus in den Wäldern Floridas, nämlich:

9. das Taxodium distichum, auch Sumpfzypresse genannt, ein wegen seines guten Stehens und gleichmäßiger Dichtigkeit hochgeschätztes Tischlerholz, das massenhaft bei uns eingeführt wird, ohne Schongesetze aber wohl bald seltener und teurer werden dürfte. Es war in früheren geologischen Zeiten auch bei uns der verbreitetste Baum (s. S. 109).

10. Die Araucarien Australiens und Südamerikas sollen nach Wiesner für Tischler gutes, seidenartig glänzendes, polierfähiges Nutzholz liefern, manche auch zu Werkholz, Schiffmasten und anderen Schiffbauteilen sich eignen; bei uns sind sie nur Zierbäume in Gärten und müssen im Winter bedeckt werden.

---

[65]) Vgl. John Booth: Die Einführung ausländischer Holzarten in die preußischen Staatsforsten unter Bismarck, Berlin 1903. — Nach Semler soll die Güte des Holzes je nach Standort stärker wechseln, als sonst verlautet.

[66]) Ludwig Klein: Waldbäume und -sträucher. Band IV der Sammlung naturwissenschaftlicher Taschenbücher, Heidelberg 1910, mit 100 trefflichen Farbentafeln ist für Waldwanderungen als handliches Taschenbuch sehr zu empfehlen; kostet gebunden nur 3 M. Für eine zweite Auflage wäre eine kurze Inhaltübersicht zu wünschen, da sich der Anfänger sonst nicht rasch genug zurechtfindet.

Kleine Mitteilungen.

Angelegenheiten des Vereins.

Versammlungsberichte.

Vereinsversammlung am 2. April 1913.

Vorsitzender: Herr Bock.

Schriftführer: Herr Kellner.

Anwesend: 21 Mitglieder und Gäste.

Nach Bekanntgabe einiger Zuschriften geschäftlicher Unternehmungen durch den Vorsitzenden hält Herr Branddirektor Effenberger einen Vortrag über Theaterbrände. Der Vortragende gibt zunächst eine kurze Darstellung der Geschichte des Theaterbaues im Altertum, bei den Griechen und Römern, im Mittelalter und bei den Kulturvölkern der Neuzeit und bespricht die Entwickelung der Form des Amphitheaters und des Theaters mit Logen und Galerien, die verschiedene Gestaltung des Grundrisses, die Anordnung der Ein- und Ausgänge, der Garderoben und Nebenräume, sowie die Ausstattung der Bühne und die Errichtung der Theater aus den verschiedenen Baumaterialien, insbesondere Holz und Stein. Welche riesengroße, komplizierte Bauwerke die neuzeitlichen Theater mit vollständig überdecktem Spiel- und Zuschauerraum darstellen, zeigt sich darin, daß die neue Oper zu Wien 8586 qm und die zu Paris sogar 11 238 qm bedeckt, während beispielsweise das im 17. Jahrhundert in London existierende größte Theater, das Fortunetheater, nur 640 qm in Anspruch nahm.

Diesen einleitenden Ausführungen läßt dann der Vortragende die Schilderung einer Anzahl großer Theaterbrände in Kopenhagen, Amsterdam, Madrid, Wien, Paris, Stockholm, Quebeck, Petersburg, Newyork, Philadelphia, Chikago und noch vielen anderen Städten folgen. Je nach der Bauart des Theaters und je nach den Begleitumständen war die Zahl der Menschenopfer und Unglücksfälle eine größere oder kleinere. Bei manchen Theaterbränden hat leider eine grauenerregende Anzahl von Menschen ihre Schaulust mit einem oft entsetzlichen Tode büßen müssen. Beim Brande des Theaters in Capo d'Istria im Jahre 1794 haben etwa 1000 Personen den Tod gefunden. Im Jahre 1845 kamen in Canton bei einem Brande in einem chinesischen Theater 1370 Menschen ums Leben und 2000 wurden verwundet. Davon erlagen noch 300 ihren Wunden. Geradezu einen Schandfleck in der Geschichte der Theaterbrände bedeutet der wohl noch in aller Erinnerung stehende Brand des Iroquesen-Theaters in Chikago, bei dem 1000 Personen, meist Kinder, ihren Untergang in den Flammen fanden. In Deutschland sind im ganzen die bedenklichen Katastrophen nicht allzu häufig gewesen, doch fehlen sie auch hier nicht. Der Vortragende schildert die Vernichtung der Theater in München, Karlsruhe, Köln, Dresden, Darmstadt, Breslau, Schwerin, Stuttgart, Barmen und Meiningen durch das Feuer.

Je näher man zur Gegenwart kommt, desto ausführlicher werden die Berichte von den Unglücksfällen, die sich in Theatern zugetragen haben. Leider nimmt die Häufigkeit der Unglücksfälle in ganz unverhältnismäßig großer Zahl zu. Im ganzen sind weit über 1200 Theaterbrände bekannt geworden, etwa die Hälfte davon bedeuten Totalschäden. Die Anzahl derjenigen Brände, bei denen das Publikum bereits im Theater anwesend war, kann man auf 12 % schätzen, das macht bei etwa 600 bekannten Totalbränden 72. Von diesen 72 Fällen, in denen das Publikum während des Ausbruches des Brandes zugegen war, endeten 24 mit sehr beklagenswerten Unglücksfällen, d. h. also etwa 33 % aller der gefährlichen Theaterbrände, bei denen sich Publikum während des Ausbruches von Feuer in den Theaterräumen befand, endeten mit entsetzlichen Katastrophen. Andererseits zeigt die Statistik, daß an diesen Unglücksfällen Deutschland nur in geringem Maße beteiligt ist. Nach Gilardone kamen von je 100 Brandursachen solcher Theaterbrände, bei denen die Entstehungsursache des Feuers ziemlich einwandfrei bekannt wurde, 37 Fälle auf Unvorsichtigkeit des Theaterpersonals, wie Umgang mit offenem Licht, Unvorsichtigkeit beim Transport mit Theaterutensilien usw. In 21 Fällen war Unvorsichtigkeit mit der Gasbeleuchtung oder Schadhaftigkeit der letzteren die Brandursache, in 16 Fällen wurden mangelhafte Heizeinrichtungen als Brandursache festgestellt. 13 Theater gingen durch Verwendung von Feuerwerk auf der Bühne zugrunde. In den übrigen Fällen wurden Theater durch Feuer vernichtet, das durch Aufstände oder Bombardements, durch Gebrauch von Schußwaffen, durch Brandstiftung und durch unvorsichtiges Arbeiten auf dem Dache verursacht worden war.

Der mit lebhaftem Interesse aufgenommene Vortrag wurde durch eine große Anzahl von Lichtbildern erläutert.

Versammlung am 16. April 1913.

Vorsitzender: Herr Schleyer.

Schriftführer: Herr Kellner.

Anwesend: 30 Mitglieder und Gäste.

Als ordentliche Mitglieder wurden Herr Professor Weber in Hannover und Herr Architekt Fr. Kraft in Göttingen in den Verein aufgenommen.

Der Künstlerverein hat sich bereiterklärt, die Bibliothekräume jederzeit zu übernehmen und in den Mietvertrag mit der Stadt einzutreten. Von dem für das Winterfest bewilligten Zuschuß von 500 M. sind nur 436 M. verausgabt worden. Als Abgeordnete des Vereins zur diesjährigen Abgeordnetenversammlung sind gewählt die Herren Nessenius und Schleyer.

Herr Schleyer erklärt sich bereit, im Interesse des Vereins an der gemeinsamen Tagung für Denkmalpflege und Heimatschutz anschließend an die Baufachausstellung am 25. September in Dresden teilzunehmen.

Der Verband Deutscher Diplom-Ingenieure gibt eine von ihm auf der diesjährigen Hauptversammlung gefaßte Resolution gegen den Artikel des Kommerzienrates Dr.-Ing. h. c. Ziese über die Ausbildung von Hochschulingenieuren zur Kenntnis.

Vom Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten ist der Entwurf eines Gesetzes über den Ausbau der Wasserkräfte im oberen Quellengebiete der Weser eingegangen.

Herr Professor Dr.-Ing. Michel hielt einen Vortrag über „schönheitliche Ausbildung der Eisenkonstruktionen".

„Der Eisenbau hat sich sehr rasch entwickelt, aber das allgemeine Volksempfinden hat damit nicht gleichen Schritt gehalten, d. h. zu den neuen eisernen Gebilden nicht ebenso rasch ästhetische Fühlung gewonnen. Immerhin ist das große Publikum schon so weit gelangt, daß es zwischen schönen und häßlichen Eisenbauten zu unterscheiden beginnt.

Hinsichtlich der schönheitlichen Beurteilung ist zunächst zu bedenken, daß das Eisen infolge seiner gleichmäßigen Beschaffenheit und seiner hohen Tragfähigkeit nur sehr

geringe Querschnitte, d. h. schlanke Stabgebilde erfordert, also durch die Linie wirken muß, nicht durch volle Massen und geschlossene Flächen wie der Stein.

Diese Linie kommt bei Brücken vor allem im Umriß des Tragsystems, bei Hallen in der Querschnittsgestaltung zur Geltung.

Während Stüler am Neuen Museum in Berlin sich noch scheute, das tragende Eisenwerk sichtbar zu zeigen, haben die Franzosen in den Lesesälen der Bibliothek Ste. Geneviève und der Nationalbibliothek sowie in den Kirchen St. Eugène und St. Augustin in Paris das Eisen offen behandelt, ebenso die Engländer zuerst am Kristallpalast in London.

Die Quer- und Windverbände sowie die Zugstangen von Brücken und Hallen wirken meistens störend, wobei besonders optische Gründe mitsprechen. Vorteilhaft ist es daher, Zugstangen zu vermeiden, z. B. durch Anwendung von Gelenkbindern mit tiefliegenden Kämpfern oder durch Wahl von Ausleger-Konstruktionen. Windverbände von Hallen lassen sich durch Einbetten in die Bimsbeton-Eindeckung sowie durch Wahl steifer Eckverbindungen, also durch Rahmenbildung zum Verschwinden bringen.

Die Ausbildung der Einzelheiten läßt bei Eisenbauten noch vielfach zu wünschen übrig, woran u. a. die Notwendigkeit, Normalprofile zu verwenden, einen großen Teil der Schuld hat.

Wichtig ist die Verbindung mit organisch gestalteten Steinpfeilern und mit Eisenbeton-Konstruktionen, zumal letztere bei ihrer großen Tragfähigkeit geringe Massen erfordern und sich damit dem Charakter des Eisenbaues sehr gut anpassen.

Dagegen sind große Portalbauten aus Stein, bei Brücken aus Eisen zu verwerfen.

Auf ansprechende Farbengebung des Eisenwerks müßte mehr als bisher gesehen werden."

Der lehrreiche und inhaltvolle Vortrag wurde durch vorzügliche Lichtbilder wirksam unterstützt und fand allgemein größtes Interesse.

Bücherschau.

Städtebauliche Vorträge. Herausgegeben von Brix & Genzner. Berlin 1912. Ernst & Sohn. Bd. V, Heft 8. Die geschlossenen Platzanlagen im Altertum und in neuerer Zeit; von Prof. R. Borrmann, Geh. Baurat.

In der Erkenntnis, daß ein wesentlicher Teil der räumlichen Typen des neuzeitlichen Städtebaues in den Werken der Vergangenheit wurzelt, zeigt der Verfasser den Wandel des geschlossenen Stadtplatzes, wie ihn die griechische und römische Antike geschaffen hatte. In den kleinasiatisch-jonischen Kolonialstädten entsteht die feste Form des städtischen Marktes, das eigentliche Lebensorgan der dem Handel und der Industrie gegründeten Siedelungen. Zunächst ein offener Platz, nimmt er in perikleischer Zeit eine geschlossene Architekturform an; die Scheidung des Marktverkehrs von der, den Gemeindeangelegenheiten dienenden agora führt zu den reichen Kompositionen der Platzgruppen, die in der Anlage der Kaiserforen in Rom die großartigste Ausdehnung annehmen. Typisch für die antiken Anlagen ist die völlige Abschließung des Tagesverkehrs; der Platz spielt im Stadtkörper die Rolle, welche den Säulenperistilen im Wohnhause angewiesen war. Erst in Konstantinopel entsteht im Gegensatz zu den früheren Typen der konstantinischen Zeit die Form des Zentralplatzes, der als Knotenpunkt des Verkehrs dient. Das Zentrum des Platzes wird von der Denksäule eingenommen. Die italienische Renaissance nimmt die alten Ideen wieder auf; der Markusplatz in Venedig ist die wohlerhaltenste Wiedergabe einer antiken Platzform, wenn auch in architektonisch verändertem Gewande. Der Barockzeit ist es vorbehalten, den Gedanken der Gruppierung geschlossener Plätze durch Entfernung der trennenden Teile zu einer Folge rhythmisch verbundener Räume weiter zu entwickeln. Das Frankreich Ludwigs XIV. ist die Trägerin der antik-römischen Tradition, die sich u. a. in friederizianischer Zeit der preußischen Bautätigkeit vererbt. Der Gedanke geschlossener Plätze kann auch für den Städtebau unserer Tage fruchtbar gemacht werden, weniger in der Wiederholung der antiken Säulenhöfe, als in der Schöpfung architektonisch fest umrissener Räume unter freiem Himmel, die man dem störenden Einfluß des Tagesverkehrs zu entziehen wünscht. *K.*

G. Ewerding, Lehrbuch der Graphostatik. Stuttgart und Berlin 1912. Fr. Grub. Preis geb. 5 M.

Das Buch gibt in gedrängter Zusammenstellung eine Uebersicht über die wichtigsten Anwendungen der Graphostatik im Bauwesen. Die Grundlehren von der Zusammensetzung und Zerlegung von Kräften, von Seilpolygon und Kräfteplan werden am Dreigelenkträger, an Schwerpunktsbestimmungen und Momenten angewandt. Dann folgt die Behandlung des Balkens auf zwei Stützen nebst Untersuchung der Durchbiegung, die Ermittelung von Fachwerkspannungen und der von ihnen bewirkten Formänderungen sowie die Einwirkung beweglicher Lasten auf Balken über zwei Stützen und auf Fachwerke. Daran schließen sich Ermittelungen von Einflußlinien, Angaben über Eigengewicht und Verkehrslast der Brücken, sowie kurze Besprechungen über Erddruck, Stützmauern und Gewölbe. Ein derartig reichhaltiges Gebiet läßt sich allerdings auf 196 Seiten nur unter Beiseitelassen alles irgendwie entbehrlichen Beiwerks behandeln, so daß nicht jedem Satz und jeder Ermittelung eine streng wissenschaftliche Ableitung mitgegeben werden kann. So ist z. B. auf S. 165 die Rebhannsche Erddruckkonstruktion ohne weitere Begründung nur als fertige Regel gebracht. In den auf S. 101 mitgeteilten Angaben über Schneedruck, Winddruck usw. sind die mit Ministerialerlaß vom 31. Januar 1910 ergangenen Bestimmungen über die bei Hochbauten anzunehmenden Belastungen leider nicht berücksichtigt; im ganzen aber hat Verfasser seine Aufgabe in dem gewählten knappen Rahmen gut zu bemeistern verstanden. *Michel.*

Angewandte Perspektive nebst Erläuterungen über Schattenkonstruktion und Spiegelbilder. Von Max Kleiber, Maler und Professor der Königl. Kunstgewerbeschule, München. 5. Aufl. Mit 145 Abb. und 7 Tafeln. Leipzig. J. J. Weber. Preis geb. 3 M.

In dem vorliegenden Büchlein aus der Sammlung von „Webers Illustrierten Handbüchern" hat der Verfasser den Künstlern, Architekten, Zeichnern, Zeichenlehrern, Kunstgewerblern und reiferen Schülern das Notwendige und Wesentliche der Perspektive in allgemeinverständlicher und gedrängter Form zur Darstellung gebracht. Er hat es dabei nicht an der für das volle Verständnis unum-

gänglich nötigen eingehenden Darlegung der Fundamentalsätze sowie das Verständnis erleichternden Aufgaben fehlen lassen; zugleich ist sein Bestreben darauf gerichtet, wo immer tunlich, die Verwertung der Theorie sofort durch Anführung hierzu geeigneter Beispiele zu veranschaulichen. Das kleine Werk enthält aber auch manches, insbesondere für den Praktiker vereinfachte Konstruktionsverfahren, so z. B. das Messen verschiedener Linienrichtungen mittels nur eines Punktes, wie solches im dritten Abschnitt erklärt ist; ebenso wird der Leser auch auf Seite 101, 102, 115, 135 usw. manches Neue finden.

Der Text ist bei aller Kürze klar und wohl für jeden verständlich, der mit den Elementen der Geometrie und Projektionslehre auch nur einigermaßen vertraut ist. *Me.*

„Der Baumeister", Monatshefte für Architektur und Baupraxis. Herausgegeben von Arch. Jansen & Müller, Berlin. München. Callwey. Vierteljährlich 6 M., einzelne Hefte 3 M.

Das 10. Heft des „Baumeisters" ist der süddeutschen Baukunst gewidmet und veranschaulicht neben guten Nürnberger Bauten von Arch. Hans Beitter in Nürnberg vornehme neuzeitliche Münchener Mietshäuser nach Entwürfen Professors Richard Berndl sowie solche der Architekten Stengel und Hofer in München. Beide Gruppen zeigen nicht zuletzt, wie wünschenswert die einheitliche Bebauung umfangreicher Grundstücke im Interesse des Straßenbildes erscheint, zumal wenn durch den Eigentümer ein größeres Gelände der Bebauung zugeführt wird. In den dem Hefte beigegebenen Abbildungen sind wirksame Gliederungen der Mauerflächen, einfache profilierte Begrenzung der Putzfelder und Architekturteile sowie günstige Anordnung ornamentalen Schmuckes als die wesentlichsten Gestaltungsmittel erkennbar, der noch ein besonderer Reiz durch die vorgelagerten Terrassen und die durch erdgeschossige Gartenhäuschen abgeschlossene Umfriedigung der breiten Vorgärten verliehen wird. Eine Aufnahme des Gartenpavillons bei Schloß Pillnitz (bei Dresden) von Arch. Proskauer (Dresden) ist auf einer Doppeltafel dargestellt und gewinnt dadurch besondern Wert, daß sie im Maßstabe 1:25 vervielfältigt ist. Weiter enthält das Hauptblatt noch die Fortsetzung des höchst lesenswerten Aufsatzes von Karl Scheffler über „Grabmale". Die Beilage bringt kurze Artikel über die „Ausstellung im kgl. Kunstgewerbe-Museum zu Berlin", „Olbrichs künstlerischen Nachlaß", Straßenbeleuchtung, Schweizerische Heimatschutzgesetzgebung, Schutz alter Stadtmauern u. a. m., denen sich die übliche „Bücherschau" und „Chronik" anschließt. *Me.*

Georg von Reichenbach. Von Walther v. Dyck. München 1912. Selbstverlag des Deutschen Museums.

In der Absicht, den reichen Inhalt der Sammlungen und Archive des Deutschen Museums zu München in zusammenfassenden, auf historische Dokumente gestützten Darlegungen dem eingehenden Studium noch weiter zu erschließen, hat der Vorstand und Vorstandsrat des Museums beschlossen, eine Sammlung von Lebensbeschreibungen hervorragender Techniker und von Urkunden zur Geschichte der Technik und Naturwissenschaften herauszugeben, und hat den Anfang gemacht mit der Biographie Georg von Reichenbachs, dessen Lebenswerk Dr. W. v. Dyck in einem monumental gehaltenen Buche schildert. Da das Museum über eine große Zahl noch unbekannter Schriftstücke, Handzeichnungen und Entwürfe Reichenbachs verfügt, so war gerade diese vielseitige Persönlichkeit besonders geeignet zu einer Würdigung der mannigfaltigen Tätigkeit eines regen großen Geistes, der in der Jugendzeit der Technik wirkend die verschiedensten Probleme derselben in Angriff genommen und erfolgreich gefördert hat. Wir sehen ihn ursprünglich als Feinmechaniker tätig, der infolge einer Reise nach England sich mit der Dampfmaschine beschäftigt, nach seiner Rückkehr in den militärtechnischen Werkstätten zu Mannheim und München die Werkzeugmaschinen, z. B. Bohrmaschinen und Drehbänke für Kanonen einrichtet und u. a. ein gezogenes Vorderladergeschütz nebst Geschoß konstruiert. Seine Erfindung der Kreisteilmaschine war der wichtige Schritt, der ihn zu den glänzenden Erfolgen auf dem Gebiete des Baues astronomischer und geodätischer Instrumente führte und zur Errichtung des berühmten mathematisch-mechanischen Instituts von Reichenbach, Utzschneider und Liebherr, in das alsbald für den optischen Teil Fraunhofer eintrat. Es sei hier an Reichenbachs geodätische und astronomische Theodolite, den Vertikalkreis und das Universalinstrument erinnert, denen später die großen Durchgangsinstrumente und Meridiankreise folgten. Der Bau der Soleleitung von Reichenhall nach Traunstein und Rosenheim veranlaßt ihn zur Konstruktion der doppeltwirkenden Wassersäulenmaschine in mehreren Typen; die Soleleitung von Berchtesgaden nach Reichenhall führt zur einfachwirkenden Wassersäulenmaschine; für den Harz (Clausthal) hat Reichenbach ebenfalls dergleichen Maschinen entworfen. Lange beschäftigte ihn die Theorie und Konstruktion gußeiserner Röhrenbrücken, von deren Wert und Bedeutung er allerdings sehr eingenommen war, während Mehrtens es als ein Glück betrachtet, daß Reichenbach niemals ernstlich seine Pläne ausgeführt hat, die nur in wenigen Exemplaren mit kleinen Spannweiten in die Wirklichkeit übersetzt sind. Ziemlich eingehend sind Reichenbachs Arbeiten zur Vervollkommnung der Dampfmaschinen behandelt und zum Schluß sind seine gemeinnützigen Ausführungen und Entwürfe, z. B. das Wasserwerk für Augsburg, die Gasanstalt in München, das Marmor-Säge- und Polierwerk bei Tegernsee, den Donau-Mainkanal u. a. m. besprochen und im Bilde vorgeführt. Mit weittragenden Ideen eilte er seiner Zeit voraus. Seine Schöpfungen kennzeichnet die geniale Kraft der Erfindung ebenso wie die Meisterschaft der Ausführung. Die Meßkunst der Erde und des Himmels verdankt ihm bedeutsame Fortschritte, der deutsche Maschinenbau seine ersten ruhmreichen Erfolge.

Nur mit größter Befriedigung kann man das prächtig und würdig ausgestattete Buch aus der Hand legen, und wer es gelesen, wird den Wunsch haben, daß dieser ersten meisterhaft angelegten und meisterhaft vorgetragenen Biographie recht bald weitere folgen mögen. *Schl.*

Bautechnische Mitteilungen des Stahlwerks-Verbandes Düsseldorf.

Der Stahlwerks-Verband A.-G. in Düsseldorf, der sich bereits durch Herausgabe des Buches „Eisen im Hochbau" ein großes Verdienst erworben hat, gibt seit 1912 „Bautechnische Mitteilungen" heraus, welche heftweise in zwangloser Reihenfolge erscheinen und den Interessenten kostenlos zugesandt werden. Bislang sind sieben Hefte erschienen mit folgenden Aufsätzen:

Heft 1: Eisernes Dachgestühl eines Geschäfts- und Wohnhauses. Walzwerkhallen. Zur Lebensgeschichte unserer Wohn- und Geschäftshäuser. Massivdecken-Konstruktionen zwischen Trägern. Brandkatastrophen und Feuersicherheit. Heft 2: Geschäftshaus der Herderschen Verlagshandlung zu Freiburg. Baupolizei und Unfallstatistik. Heft 3: Neuzeitliche Hotelbauten. Der Abbruch von Eisenbetonbauten. Heft 4: Das Eisen im landwirtschaftlichen Bauwesen. Landwirtschaftliche Bauten. Gebäude der landwirtschaftlichen Nebengewerbe. Deckenkonstruktionen in landwirtschaftlichen Ställen. Heft 5: Eisen und Eisenbeton vom

Standpunkt der baupolizeilichen Prüfung, Ueberwachung und Abnahme. Verschiebung von Fachwerkgebäuden. Der Einfluß der Steinform auf die Tragfähigkeit ebener Ziegelhohlsteindecken zwischen I-Trägern. Eiserne Gerüste. Heft 6: Waren- und Geschäftshäuser. Eisenbeton und Eisen im Feuer. Glutsichere Ummantelungen. Heft 7: Die Ausstellung des Stahlwerks-Verbandes und des Vereins deutscher Brücken- und Eisenbau-Fabriken Leipzig 1913. Kuppelbauten und wirtschaftliche Bauweise. Ausstellungshalle in Eisenfachwerk.

Wir halten es für unsere Pflicht, auf diese hochbedeutsame Erscheinung hinzuweisen, deren reicher Inhalt unter Vorführung zahlreicher Abbildungen aus den verschiedensten Gebieten des Eisenbaues das Neueste bringt und nach jeder Richtung hin die höchste Anerkennung verdient. Die von wissenschaftlichem Geiste getragenen Abhandlungen sind von dauerndem Werte; wir werden sie aufmerksam verfolgen und werden ständig darüber berichten. *Schl.*

Eisen im Hochbau. Ein Taschenbuch, herausgegeben vom Stahlwerks-Verband A.-G. Düsseldorf. 4. Auflage. Berlin 1913. Springer. Preis geb. 3 M.

Obwohl erst vor drei Jahren das Buch in neuer Gestalt erschien, ist jetzt bereits wieder eine neue, die 4. Auflage zur Stelle. Besser als diese Tatsache kann nichts beweisen, daß ein Bedürfnis für dieses Buch vorliegt und daß es in den weitesten Kreisen Anerkennung gefunden hat. Der Zweck des Buches ist aus unseren Besprechungen der früheren Auflagen bekannt: es will dem ausführenden Architekten und Hochbau-Ingenieur bei Verwendung des Eisens in den gewöhnlichen Fällen des Hochbaues jede Erleichterung bieten durch tabellarische Zusammenstellung aller möglichen Daten, welche für die Praxis von Wert sind. In der vorliegenden 4. Auflage sind diese teils ergänzt, teils neu berechnet, teils ganz umgearbeitet worden. Neu ist bei den Angaben über die verschiedenen Normalprofile die Angabe der für die betr. Flanschbreiten zulässigen Niete und die nach Abzug der Niete verbleibenden Nettoquerschnitte. Ferner sind für Einzelquerschnitte und für verschiedene zusammengesetzte Querschnitte die Nietwurzelmaße und die Grenzknicklängen hinzugefügt worden. Die Liste der Normalprofile ist vervollständigt und die Gewichtsangaben auf eine Reihe weiterer Profile ausgedehnt worden. Für Nieten und Schrauben sind die geltenden Normalien eingeführt und die früheren Angaben über Stützen entsprechend neuberechnet worden. Die Tabellen für Stützen und Blechträger sind erweitert und auf neuere Formen ausgedehnt worden, welche die Verwendung der gängigeren Profile ermöglicht; dadurch ist der frühere Versuch, die im Hochbau häufig wiederkehrenden Konstruktionen in Normalformen zu bringen, weiter gefördert worden. In ganz hervorragender Weise ist das Kapitel über massive Decken ausgestaltet, die durch viele vortreffliche Abbildungen erläutert sind. — Die neue Auflage übertrifft ihre Vorgängerin so wesentlich und so vorteilhaft, daß der Hochbauer, für den sie bestimmt ist, kaum noch Verbesserungsvorschläge machen kann; die weiteste Verbreitung des Buches ist den Fachgenossen wärmstens zu empfehlen. *Schl.*

Vorlesungen über Ingenieur-Wissenschaften von Georg Christoph Mehrtens, Geh. Hofrat und Professor der Ingenieur-Wissenschaften an der Kgl. Technischen Hochschule in Dresden. Erster Teil: Statik und Festigkeitslehre. Dritter Band, zweite Hälfte: Statisch unbestimmte Tragwerke. Mit 233 zum Teil farbigen Figuren. Zweite umgearbeitete und stark vermehrte Auflage. Leipzig 1912. Verlag von Wilh. Engelmann. Preis geh. 17 M., geb. 18,50 M.

Während die erste Hälfte des dritten Bandes (s. Rezension 1912, S. 540) in dieser zweiten Auflage die „Theorie der Gewölbe und des Erddrucks" behandelt, umfaßt die vorliegende zweite Hälfte die „statisch unbestimmten Tragwerke", die in vier Abschnitten zur Behandlung kommen.

Der erste Abschnitt ist der „Theorie" der statisch unbestimmten Tragwerke gewidmet und bringt im § 1 in sechs Unterabteilungen die Berücksichtigung der überzähligen Fachwerkstäbe mit Hilfe der Sätze von der Formänderungsarbeit.

Der zweite Abschnitt behandelt in den §§ 2 bis 4 bis zur Unterabteilung 20 die „Bogenträger" und zwar den „vollwandigen" und „gegliederten" Bogen mit Kämpfergelenken, ferner den „Bogenbalkenträger", den „Hängebogen mit Versteifungsbalken" und den „Bogenträger ohne Gelenke". Anschließend wird auch der „Rahmen" als Stütze besprochen und zwar sowohl der „vollwandige Zweigelenkrahmen" als auch der dreifach unbestimmte „vollwandige Steifrahmen".

Der dritte Abschnitt hat in den §§ 5 und 6 bis zur Unterabteilung 32 die „durchlaufenden Balkenträger" auf unverschiebbaren sowie auf elastisch verschiebbaren Stützen zum Gegenstande der Erörterung. Für die letzteren wird das zeichnerische Verfahren von Ostenfeld gezeigt. Die rechnerische Behandlung wird nach Clapeyron und für die angenäherte Berechnung von Trägern auf gleich weiten Feldern nach einem Verfahren von Bleich durchgeführt. Den Schluß bildet die Besprechung der „Biegelinie" eines statisch unbestimmten Balkenträgers.

Der vierte oder Schlußabschnitt bringt im § 7 die Berechnung der „Nebenspannungen" in Fachwerken nach den Verfahren von Ritter, Mohr und Gehler, im § 8 einen sehr interessanten geschichtlichen Rückblick auf die Entwickelung der Lehre von der Elastizität und Festigkeit und im § 9 einen „Anhang" zu allen drei Bänden mit einer „Literaturübersicht" und einem „alphabetischen Sach- und Namenverzeichnis".

In den §§ 1 bis 7 sind den theoretischen Entwickelungen Beispiele beigegeben, die das Studium wesentlich erleichtern. In gleicher Weise wie die früheren Teile des Werkes, bildet auch die vorliegende zweite Hälfte des dritten Bandes eine wesentliche Bereicherung der einschlägigen Literatur. *L. v. W.*

Der Wettbewerb um den Bau einer Rheinstraßenbrücke in Köln von G. Chr. Mehrtens, Geh. Hofrat, Professor in Dresden und Friedrich Bleich, Ingenieur in Wien. Sonderabdruck aus „Der Eisenbau", II. Jahrgang, Heft 10 bis 12 und III. Jahrgang, Heft 1 bis 3 und 5. Mit 166 Abb. im Text. Leipzig 1912. Verlag von Wilh. Engelmann. Preis geh. 6 M.

Die beiden Herren Verfasser haben sich in der Weise in die Besprechung geteilt, daß Prof. Mehrtens über den Wettbewerb im allgemeinen und über die beiden ersten preisgekrönten Entwürfe, Ingenieur Bleich über alle übrigen Wettbewerbsentwürfe berichtet.

Nach einer kurzen Besprechung der Wettbewerbsbedingungen, einer Aufzählung der 29 eingereichten Entwürfe und Begründung der Ausscheidung von 20 Entwürfen, wird eine „Uebersicht der baulichen Einzelheiten der preisgekrönten und angekauften Entwürfe" gegeben, woran sich die Wiedergabe der „Vorschriften der Stadt Köln für die Berechnung der eisernen Ueberbauten" anreiht. Dann folgt die Beschreibung des Hauptentwurfs „Alaaf Colonia" (Verf.: Ph. Holzmann & Cie., Frankfurt a. M.-Berlin; Gutehoffnungshütte, Oberhausen; Arch. Schwechten-

Berlin; Dr.-Ing. Lauter-Charlottenburg), einer Hängebogenbrücke mit Versteifungsträgern von 205,86 m Licht- und 214,76 m Stützweite, die für das Kabel in Vorschlag gebrachten zwei verschiedenen Ausführungsweisen: als ein aus 16 patentverschlossenen Seilen gekuppeltes, oder als ein ungeteiltes Paralleldrahtkabel amerikanischer Herstellungsart, werden eingehend beschrieben, ebenso die beabsichtigte Art der Aufstellung des Ueberbaues und die von den Verfassern des Entwurfs gemachten Abänderungsvorschläge. In gleicher Weise wird der Hauptentwurf „Freiheit" (Verf.: Gutehoffnungshütte, Oberhausen; Ph. Holzmann, Frankfurt a. M.; Arch. Eberlein-Köln), ebenfalls eine versteifte Kabelbrücke besprochen. Daran schließt sich die eingehende Beschreibung der übrigen sieben preisgekrönten bzw. angekauften Entwürfe, sowie zweier Entwürfe („Ehern" und „Kunst und Technik"), die durch das Los aus der engeren Wahl ausgeschieden wurden, weil nur für neun Entwürfe Vergütungen vorgesehen waren. Das stattliche Heft von 104 Seiten enthält in gedrängter Form außerordentlich viel interessante Ausbildungen der Einzelheiten für Hängebrücken, so daß es zum Studium solcher bestens empfohlen werden kann. *L. v. W.*

Die Hänge- und Sprengwerke und ihre Einflußlinien von Dr. techn. Otto Seyller, o. ö. Professor an der k. k. montanistischen Hochschule in Loeben. Mit 31 Abb. im Text und 32 Tafeln. Loeben 1913. Verlag von Ludw. Nüßler, Inhaber: Alfred Riedel.

Anschließend an die bekannten Veröffentlichungen von Müller-Breslau wird die Statik der Hänge- und Sprengwerke und die Darstellung ihrer Einflußlinien in zehn Abschnitten behandelt, in denen, nach Zusammenstellung der bezüglichen Formeln, Beispiele rechnerisch durchgeführt werden. Zur Behandlung kommen: das symmetrische einfache Hänge- und Sprengwerk, das symmetrische doppelte und das vierfache Hänge- und Sprengwerk, symmetrische Hänge- und Sprengwerke mit Spannriegel und beliebig vielen Feldern, desgl. ohne Spannriegel, symmetrische Dachhängewerke, verstärkte mehrfache Sprengwerke und unsymmetrische Hänge- und Sprengwerke. Die Tafeln 1 bis 23 enthalten Zeichnungen der Einflußlinien für die gebrachten Beispiele, während die Tafeln 24 und 26 bis 32 Zeichnungen kleinerer Straßen- und Eisenbahnbrücken aus Holz von 7 bis zu 28 m Spannweite zeigen und auf Tafel 25 ein Baulaufkran für 6 t Tragkraft dargestellt ist. Zur besseren Uebersicht hätte auf den Tafeln angegeben werden können, auf welcher Seite die Besprechung des betr. Beispiels erfolgt, oder es hätte ein besonderes Inhaltsverzeichnis der Tafeln mit Angabe der bezüglichen Textseite beigegeben werden müssen.

Der stattliche Band wendet sich in erster Linie an Ingenieure, die in der Praxis stehen und ohne großen Aufwand theoretischer Untersuchungen in die Lage versetzt werden sollen, die in Frage stehenden Tragwerke rasch berechnen bzw. untersuchen zu können. Wenn auch für endgültige Brückenbauten in neuerer Zeit kaum mehr das Holz zur Verwendung kommt, so behalten die im vorliegenden Werk gebrachten Beispiele doch ihren praktischen Wert, da Hänge- und Sprengwerke aus Holz bei Notbrücken, bei Bau- und Lehrgerüsten, sowie bei Dachstühlen immer noch vielfach zur Anwendung kommen und oft nicht zu vermeiden sind. Auch zur Ueberwachung älterer, noch in den Alpenländern bestehender Holzbrücken ist häufig eine rasch auszuführende Berechnung für etwa notwendig werdende, neueren Anforderungen entsprechende Verstärkungen erforderlich. In allen diesen Fällen gibt das Werk eine gute Anleitung und kann für diese Zwecke gute Dienste leisten. *L. v. W.*

Eisenkonstruktionen, Leitfaden für den Unterricht an Baugewerkschulen und verwandten technischen Lehranstalten von Prof. August Göbel †, Dipl.-Ing. und Oberlehrer an der Kgl. Baugewerkschule in Posen; zweite vermehrte und verbesserte Auflage von Dipl.-Ing. O. Henkel, Oberlehrer an der Kgl. Tiefbauschule in Rendsburg. Erster Teil mit 181 Abbildungen, zweiter Teil mit 302 Abbildungen im Text. Leipzig und Berlin 1912. Verlag von B. G. Teubner. Preis geheftet erster Teil 2 M.; zweiter Teil 2,20 M.

Die beiden Teile der obigen Veröffentlichung bilden die Hefte 31 und 32 des von Professor M. Girndt in Magdeburg herausgegebenen Sammelwerkes: „Der Unterricht an Baugewerkschulen", wurden in der vorliegenden zweiten Auflage von O. Henkel den neuen Bestimmungen der „Vorschriften über die Einrichtungen und den Betrieb der preußischen Baugewerkschulen" entsprechend neu bearbeitet und geben als Leitfaden für die Konstruktionsübungen genannter Schulen eine gute Unterlage, indem alle in Betracht kommenden Einzelheiten für die einfacheren Konstruktionen des Eisenbaues gebracht und erklärt werden, während die Berechnung der Konstruktionsteile, mit Ausnahme einiger eingefügter besonderer Beispiele, im allgemeinen fortgelassen und dem Unterricht in der Statik zugewiesen wurde.

Der erste Teil bringt die Elemente der Eisenkonstruktionen. Dementsprechend wird im ersten Abschnitt eine Uebersicht über die verschiedenen Eisensorten und Verwendungsformen sowie über ihre Prüfung und Abrechnung gegeben. Im zweiten Abschnitt werden die verschiedenen Verbindungsmittel; im dritten: die Entwickelung, Verwendung und Auflagerung der Träger; im vierten: die Säulen und Stützen; im fünften: die Deckenausbildungen und im sechsten: der Schutz der Eisenkonstruktionen gegen Rost und Feuer besprochen.

Der zweite Teil behandelt die zusammengesetzten Konstruktionen, und zwar im ersten Abschnitt: die genieteten eisernen Träger und Stützen; im zweiten: die eisernen Dachkonstruktionen; im dritten: die Dacheindeckungen aus Eisen; im vierten: die Oberlichter; im fünften: die auskragenden Baukonstruktionen (Balkone, Galerien, Erker); im sechsten: die eisernen Treppen und im siebenten: die eisernen Wände.

Die Auswahl der Abbildungen ist eine sorgfältige und die Einteilung des Stoffes übersichtlich, so daß die Hefte für den beabsichtigten Zweck zu empfehlen sind. *L. v. W.*

Das gelenklose Tonnengewölbe, Rechnungs- und Zeichnungsverfahren zum Gebrauch entwickelt von A. Hofmann, Oberbauinspektor der Kgl. bayer. Staatsbahnen. Mit 19 Abbildungen im Text. Stuttgart 1913. Verlag von Konrad Wittwer.

Da für die Form eines Gewölbes und seiner Widerlager in vielen Fällen auch der Erddruck zu berücksichtigen ist, behandelt der Verfasser zuerst den Erddruck und entwickelt dabei von den seither üblichen abweichende Ansichten über die Richtung und Größe des Erddrucks, zu denen er auf Grund von Versuchsergebnissen gelangt ist. Es wird eine rechnerische sowie eine zeichnerische Bestimmung der Größe des Erddrucks vom Standpunkte der neuen Auffassung gezeigt. Im nächsten Abschnitt wendet der Verfasser sich zur Behandlung der gelenklosen Tonnengewölbe, zu denen er auch Bogen mit Bleiplattenfugen rechnet. Hier wird zunächst die Gleichung für die Form des „Stützliniengewölbes" mit lotrechter Belastung abgeleitet, bei welchem die Stützlinie mit der

Gewölbelinie zusammenfällt, wenn der Angriffspunkt des Horizontalschubes in der Mitte der Scheitelstärke angenommen wird. Für die Formgebung eines Gewölbes mit schrägwirkender Belastung wird das zeichnerische Verfahren angegeben. Dann werden die statischen Verhältnisse für gerade und schiefe Gewölbe und die Verschiebung des Gewölbescheitels bei einseitiger Belastung besprochen.

Das 42 Seiten umfassende Heft ist anregend geschrieben, gibt beachtenswerte Winke für die Weiterentwickelung der Erddrucktheorie und eine für die in Betracht gezogenen Fälle hinreichend genaue Berechnungsweise der Gewölbe. *L. v. W.*

Der Industriebau. Monatsschrift für die künstlerische und technische Förderung aller Gebiete industrieller Bauten, einschließlich aller Ingenieurbauten. Herausgegeben von Arch. Emil Beutinger. Leipzig 1912. Verlag von Carl Scholtze. Heft VII. Preis 3 M. (jährlich zwölf Hefte 24 M.).

Mit der ausführlichen Beschreibung des neuen Leipziger Hauptbahnhofes bringt das neueste Heft eine Publikation, die des Beifalls nicht nur der Fachleute, sondern weitester Kreise gewiß sein darf. Es ist das erste Mal, daß dieses gewaltige Bauwerk, das bei einem bedeckten Flächenraum von rund 100000 qm wohl überhaupt eines der ausgedehntesten Bauten der Welt, sicher aber der größte aller bestehenden Bahnhöfe ist und für lange Zeit bleiben wird, eine seiner Bedeutung würdige Beschreibung gefunden hat. Zunächst fallen die 65 Abbildungen in Doppeltondruck durch ihre Größe und Schönheit in der Ausführung auf, eine farbige Kunstbeilage mit der Gesamtansicht des Bahnhofes nach dem großen Aquarell seiner Erbauer, der Architekten Professor William Lossow und Max Hans Kühne in Dresden, dessen sich die Besucher der vorjährigen Hygieneausstellung noch erinnern werden, läßt uns die prächtige, architektonische Wirkung des Gesamtbaues nach seiner Fertigstellung schon jetzt ahnen. Die zahlreichen Textbilder bringen verschiedene Innen- und Außenansichten, zeigen den Bahnhof im Bau zu verschiedenen Zeiten, lassen an zahlreichen Schnitten und Grundrissen, darunter einem solchen im großen Maßstabe, der die Anordnung der zahlreichen Räume auf das deutlichste erkennen läßt, die einfache und vornehme Gliederung und die gewaltigen Dimensionen des Baues ermessen. Dr. Johannes Kleinpaul bringt in elegant geschriebener und interessanter Weise eine allgemeine Beschreibung des Bahnhofes, auf die gewaltigen Eisenbetonausführungen geht ausführlicher ein sehr beachtenswerter Aufsatz von Dr. Kleinlogel ein, den prächtigen Bahnsteighallen, die trotz der Riesendimensionen in fast zierlich zu nennender Ausführung die wundervolle Schönheit der Eisenkonstruktionen zeigen, wie sie sich nur aus statischer Notwendigkeit herausgeboren ohne jede „ästhetische“ Ummantelung in reiner nackter Form dem Beschauer darbietet, widmet ein Miterbauer, Baurat Rothe, jeden interessierende Worte. Es ist zu begrüßen, daß die Redaktion der Zeitschrift auch dem Erbauer der gewaltigen Küchenanlagen einige Seiten zur Beschreibung derselben gewidmet hat, da uns gerade diese Beschreibung einen sehr interessanten und seltenen Einblick in eine solche Riesenanlage gewährt. Wir sind überzeugt, daß dieses prächtige Heft der obengenannten vornehmen Zeitschrift zahlreiche neue Freunde zuführen wird. *M.*

Leitfaden für die Ermittelung des Bauwertes von Gebäuden sowie dessen Verminderung mit Rücksicht auf Alter und geschehene Instandhaltung, von Privatbaumeister F. W. Roß, staatlich geprüfter Maurermeister, gerichtlich beeidigter Schätzer für Feuerversicherungen und Grundbesitz. 9. Auflage. Neu bearbeitet von Bernh. Roß, Architekt und Regierungsbaumeister, Professor a. d. Kgl. Techn. Hochschule in Hannover. Preis geb. 3 M.

Das bereits in der 9. Auflage vorliegende Nachschlagebuch ist zum praktischen Gebrauch für Versicherungs- und Hypotheken-Gesellschaften, Steuerkontroll- und Katasterbeamte, Architekten, Ingenieure und Baugewerksmeister, Taxatoren, Makler, Bauherren, Baugrundstücksbesitzer und Unternehmer bestimmt. Es enthält eine Maß- und Gewichtstabelle, Angaben über die im Hochbau vorkommenden Belastungen, eine Zusammenstellung über den Bedarf an Materialien bei den wichtigeren Bauarbeiten, Normal-Anschlagspreise, die Gebühren-Ordnung für Zeugen und Sachverständige, ein Muster für die Gebühren-Berechnung bei Abschätzungen, Tabellen für die Abschätzung von Gebäuden, getrennt nach den verschiedenen Bauarten, für die Abnutzung von Gebäuden, erläuternde Beispiele von Schätzungen, Vorlagen dazu, ein Beispiel einer Feuerschaden-Berechnung sowie zwei Beispiele für Gutachten über den Wert und den Nutzertrag von Gebäuden.

Das handliche Werk ist in Fachkreisen seiner Uebersichtlichkeit und tabellarischen Reichhaltigkeit wegen bereits seit langer Zeit bekannt. Wir empfehlen es allen, die mit Gebäudetaxen zu tun haben, als praktisches Nachschlagebuch von neuem. *M.*

Die Heimatschutzgesetzgebung der deutschen Bundesstaaten. Erläuternde und vergleichende Darstellung der einzelnen Fassungen nach dem Alter ihres Erlasses. Von Prof. Dr. jur. F. W. Bredt. Düsseldorf 1912. L. Schwann. Preis 2 M.

Die vorliegende Schrift hat ihre Vorarbeiten in einem Berichte auf dem Tage für Denkmalpflege zu Lübeck und in wiederholten Flugblättern des Rheinischen Vereins für Denkmalpflege und Heimatschutz sowie des Dürerbundes. Der Kreis der einzelstaatlichen Heimatschutzgesetze in Deutschland ist zwar noch nicht geschlossen, doch stehen bei den noch fehlenden Staaten entsprechende Vorschriften in nächster Zeit bevor.

Im ersten Abschnitt werden die besonderen Heimatschutzgesetze, die Gesetze gegen die Verunstaltung sowie Baupflegegesetze usw. in den Staaten besprochen, in denen solche Gesetze bereits rechtskräftig sind.

Im zweiten Abschnitt werden die Heimatschutzbestimmungen in den Staaten erörtert, wo besondere Gesetze noch fehlen und bislang noch die allgemeinen Gesetze über Bau- und Polizeiwesen herangezogen werden müssen. Am Schluß des Abschnittes folgen die Staaten, die noch ohne nähere Vorschriften sind.

Der dritte Abschnitt bringt die Ortsvorschriften, Angaben über die Sachverständigenauswahl sowie die Rechtsprechungen auf Grund der Heimatschutzgesetzgebung. Im Anhang werden die Denkmalschutzgesetze für Hessen und Oldenburg besprochen.

Das Buch ist außerordentlich klar und übersichtlich geschrieben und kann allen Behörden und Beamten, die sich mit der Frage des Heimatschutzes oder der Denkmalpflege zu beschäftigen haben, nur warm zur Anschaffung empfohlen werden. Es wird da ein willkommener Führer sein und zeigen, wo des Gesetzes Kraft einzusetzen hat, wenn gutes Zureden nicht mehr hilft. Wir hoffen, daß der dankenswerten Arbeit eine weite Verbreitung gesichert ist, die den Verfasser in den Stand setzt, sie durch periodische Neuauflagen stets zeitgemäß zu ergänzen. *Me.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1913. Heft 5.
(Band LIX; Band XVIII der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in 6 Heften.
Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

Untergegangene Lüneburger Denkmäler*).

Von Franz Krüger, Architekt B. D. A.

VIII.

Der Fahrtmeisterhof in der neuen Sülze.

Die Salzquelle am Fuße des Kalkberges zu Lüneburg war die Voraussetzung für den Reichtum und die Macht der Stadt bis zum Ende des 16. Jahrhunderts. Mancher Kampf und manche schwere innere Verwicklung der mittelalterlichen Stadt hatten ihren Ursprung in der eifersüchtigen Wahrung der Sülzrechte, die der Rat mit schweren Opfern erkauft hatte. Bis zur Mitte des 13. Jahrhunderts war nur die Quelle im Südwesten des Kalkberges bekannt; die ausschließliche Besiedung der Pfannen war bis zu diesem Zeitpunkte in die Hände der Stadtgeschlechter gelangt, aus denen auch der Rat hervorging. Die Eigentumsrechte an der Sülze hatten die Herzöge verkauft und verschenkt, häufig an geistliche Körperschaften, weshalb in der Folge die Sülzbegüterten auch Prälaten genannt werden.

Als 1269 mitten in der Stadt an der Straße „Neue Sülze" eine neue Quelle gefunden wurde, ließ Herzog Johann sie sofort fassen, Siedehäuser bauen und die Sole für seine Rechnung ausnutzen**). Die neue Quelle lag auf einem zum herzoglichen Hausgut gehörigen Gelände. Die Interessen und der Bestand der alten Sülze wurden durch die neue Anlage stark bedroht, und der Rat sowie die Sülzbegüterten auf der alten Sülze traten 1273 mit dem Herzog in Verhandlung, um auch die neue Saline in ihre Gewalt zu bekommen. Für 1800 M. löth. Silber und eine jährliche „Abgift" in Salz verzichtete der Herzog auf das weitere Eigentum an der neuen Quelle. Nach dem Vertrage sollten die Fabrikgebäude abgebrochen werden und der Landesherr kein neues Salzwerk in- und außerhalb der Stadt anlegen dürfen. Die Gebäude wurden auch wirklich abgebrochen, aber 1382, als sich die Geldnot der Stadt — die später zum Prälatenkriege führen sollte — schon bemerkbar machte, nahm der Rat im Einverständnis

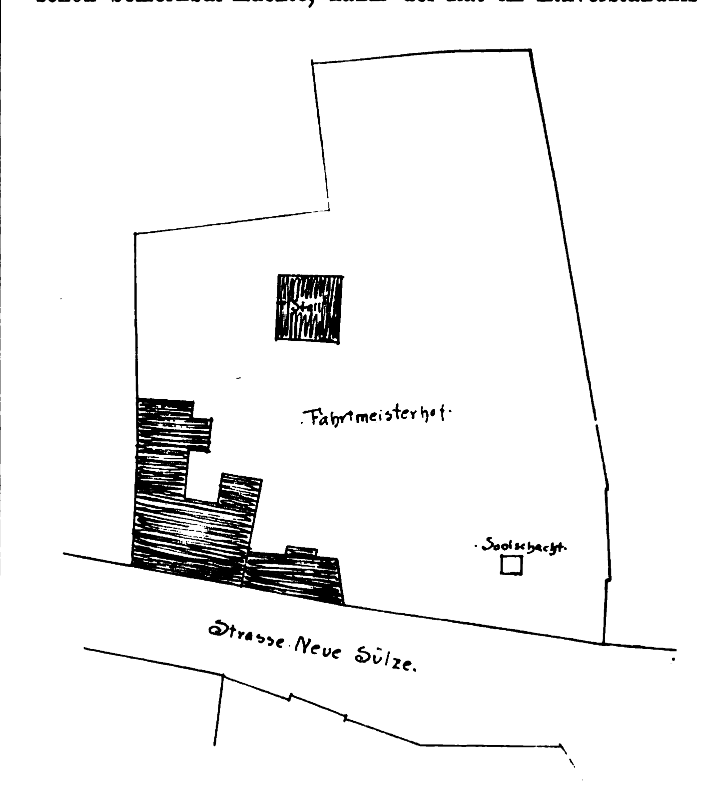


Abb. 1. *Fahrtmeisterhof in der neuen Sülze. Lageplan von 1910.*

mit den Sülzbegüterten in der Stadt den Betrieb auf der neuen Sülze wieder auf. Diesem Unternehmen widersetzten sich die auswärtigen Sülzbegüterten, um so mehr als sie

*) Vgl. Jahrg. 1902, S. 517 ff.; 1905, S. 113 ff. und 271 ff.; 1908, S. 178 ff.; 1909, S. 306 ff.

**) Manecke, Beschreibung der Saline. Handschr. 1798.

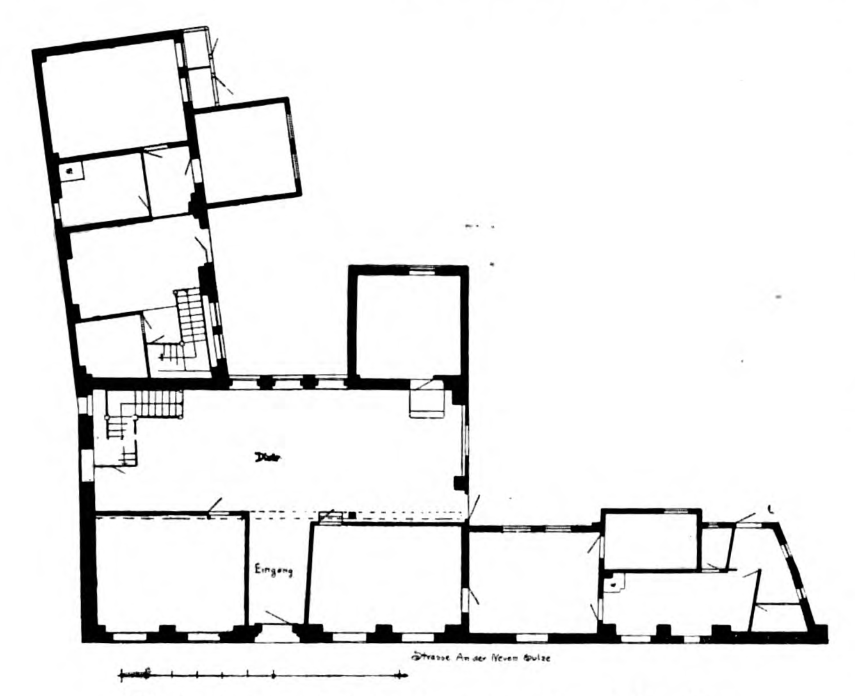


Abb. 2. *Fahrtmeisterhof in der neuen Sülze. Erdgeschoß.*

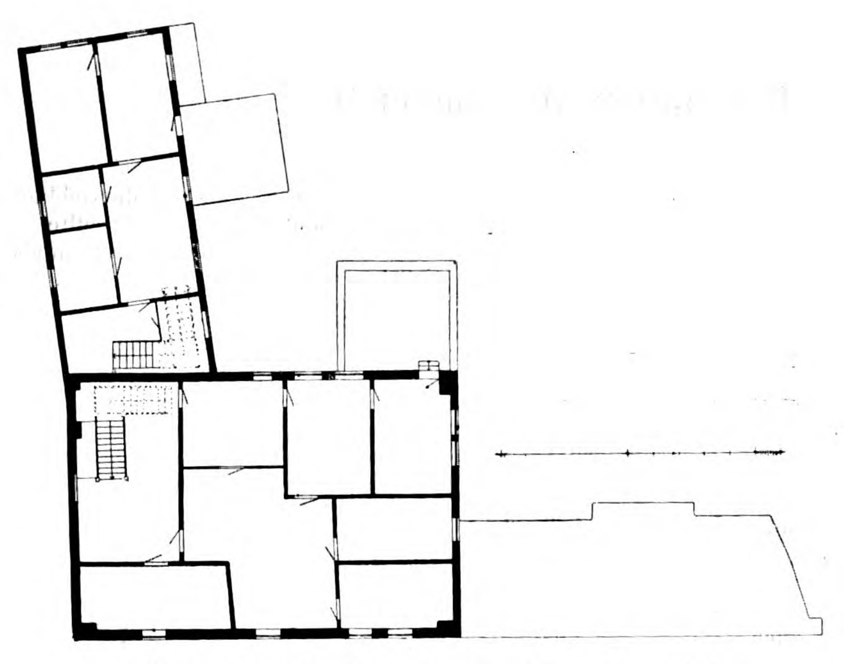


Abb. 3. *Fahrtmeisterhof in der neuen Sülze. Obergeschoß.*

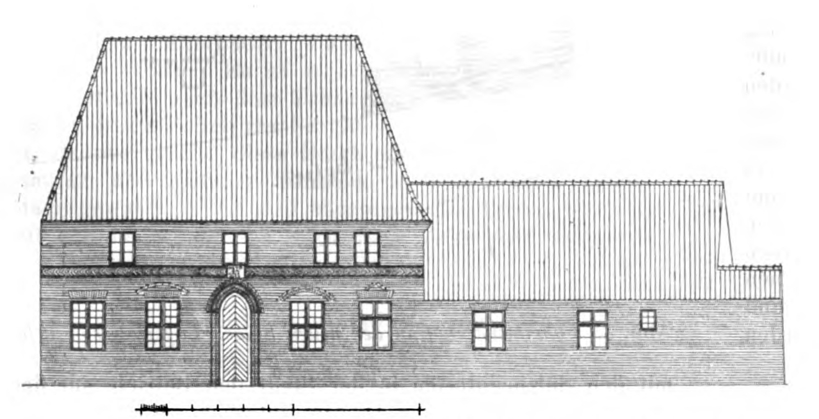


Abb. 4. *Fahrtmeisterhof in der neuen Sülze. Straßenansicht.*

1383 von den Herzögen Wenzel, Albrecht und Bernd die Berechtigung an sich gebracht hatten, Solquellen in- und außerhalb der Stadt aufzusuchen und entweder nach der alten Sülze zu leiten oder neue Salzwerke anzulegen. 1385 wurde dann zwischen Rat und Prälaten ein Vergleich geschlossen, nach welchem der Rat die neue Sülze acht Jahre lang besieden durfte, die Einkünfte zum Abtrag der Stadtschulden verwenden und Beamte anstellen mußte, die den Prälaten und dem Rate Rechnung legen sollten. Nach Ablauf der acht Jahre sollte die Sole der neuen Sülze zum Nutzen der alten verwendet werden. Indessen hörte die Besiedung schon 1388 auf, nachdem die Prälaten erklärt hatten, die Schuldentilgung der Stadt zu übernehmen. Im neuen Vergleich von 1388 wurde beschlossen, die Sole nach der alten Sülze zu leiten und alle Siedehäuser auf der neuen Sülze abzubrechen. Die Solleitung wurde 1389 ausgeführt. Seit dieser Zeit hat eine Besiedung auf der neuen Sülze nicht wieder stattgefunden; das Gelände, das später Fahrtmeisterhof genannt wurde, diente Verwaltungszwecken der Sülze bis zum Jahre 1579, insbesondere fand hier alljährlich die Wahl des Sodmeisters statt. Neben dem an der Straße liegenden, im Anfange des 15. Jahrhunderts erbauten Wohnhause lag auf dem Hofe ein Gießhaus, das ursprünglich wohl ausschließlich zum Pfannengießen benutzt wurde, daneben aber auch von mehreren Erzgießern zur Herstellung von Geschützen und Glocken benutzt wurde. Die Lüneburger Glockengießer Snitker und Barchmann lebten und arbeiteten hier, zum Teil in Diensten der Sülze, und 1718 goß — nach den Forschungen Hermann Wredes — Christian Ziegner hier die Sonntagsglocke von St. Johannis in Lüneburg.

Nach dem Vertrage von 1388 führte die Aufsicht über die neue Sülze der Sodmeister, später, nach dem Sülzrezeß von 1654 und dem Salzcomptoirrezeß von 1665 ein Obersegger, an dessen Stelle nach 1788 ein Stiegschreiber trat.

Nach Maneckes Beschreibung von 1798 war die neue Sülze von einer Mauer umgeben, innerhalb welcher die Dienstwohnung des Fahrtmeisters lag „doch solchergestalt, daß der Eingang zum Hause von der Straße her geht“*). Das ist das zweistöckige Haus an der Straße, das bis 1910 stand. Auf dem Hofe, zu dem eine Pforte und ein Tor führten, stand die ehemalige Obersegger-, später Stiegschreiberwohnung, ferner ein Materialienhaus, das Bohrhaus, in dem die Wasserröhren gebohrt wurden, ein zur Wohnung des Fahrtmeisters gehöriger Holzschuppen und das Sol- oder Zucken-(Pumpen-)haus. 1755 sind abgebrochen worden ein Wagenschauer, das Gießhaus und Badehaus und die ehemalige Wohnung für den Stiegschreiber. Ein auf dem Hofe stehender Brunnen wurde von der Schierbrunnenwasserleitung gespeist. Der alte Solschacht lag in der nordöstlichen Ecke des Grundstücks; bei Ausschachtungsarbeiten 1910 wurde er wiedergefunden (Abb. 1).

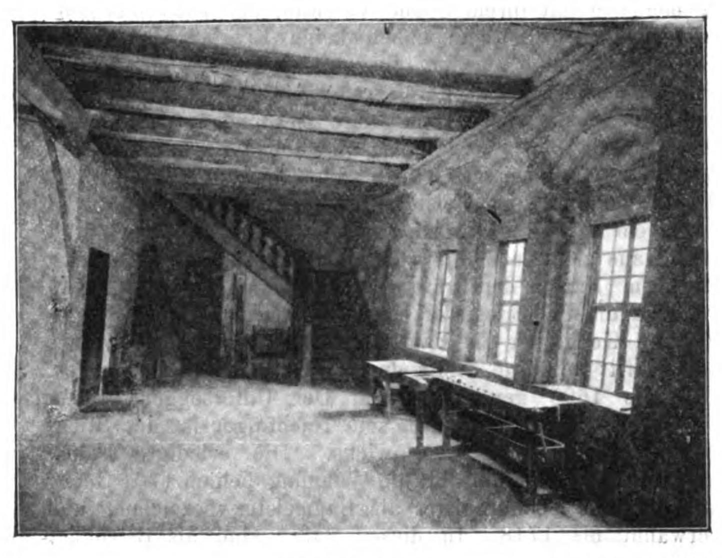
Gebhardi gibt in seinem etwa 1790 entstandenen „Lüneburgschen Salinwesen“ S. 55 an, „zwei ehemalige Gebäude des Hofes, nemlich das Soodmeistergießhaus für Geschütz

*) Manecke a. a. O.

und Glocken und das Chörhaus*), in welchem bis 1580 der Soodmeister gewählet ward, sind lange hinweggeräumet."

Wo alle die abgebrochenen Gebäude gestanden haben, konnte auch bei den Ausschachtungsarbeiten gelegentlich der Neubebauung des Grundstückes nicht festgestellt werden; gefunden wurde nur unter einem prachtvollen Wallnußbaum ein zertrümmertes Gefäß mit Bronzeschlacken.

Im Abbruchsjahr 1910 stand auf dem Gelände nur noch das Haus an der Straße mit seinen Flügeln. Der Hauptbau war zweigeschossig, ihm schloß sich an der Straße ein eingeschossiger Flügel mit dem Tor an; im Hofe stand ein zweigeschossiger Flügelbau (Abb. 2 und 3). Der Hauptbau war massiv und zeigte im Erdgeschoß an der Hofseite in der ganzen Längsrichtung des Hauses eine Diele, an der Straße neben dem Eingang zwei Zimmer, die aber wahrscheinlich später eingebaut worden sind. Die Balkenlage wurde in der Mitte unterstützt durch einen starken Unterzug, der auf zwei Ständern mit gebogenen Kopfbändern ruhte (Abb. 5). Die Rückwand der Diele zeigte drei Fenster, die in feiner Weise mit gegliederten Stichbögen auf Konsolen überwölbt waren, profilierte Leibungen hatten und im Bogenfelde die Reste der früheren Pfostenteilung enthielten. In der Ecke lag eine malerische Treppe der Barockzeit. Die gegliederten Pfosten und Kopfbänder lassen darauf schließen, daß der Raum im Erdgeschoß ungeteilt gewesen ist und vielleicht Versammlungszwecken gedient hat. Das Obergeschoß enthielt nichts Bemerkenswertes. Das Aeußere war schlicht ausgebildet; in der Mitte lag die Spitzbogentür mit gegliederten Leibungen, zu beiden Seiten lassen wieder Spuren von großen Fenstern auf den früher einheitlichen Innenraum schließen (Abb. 4, 6 und 7). Die Frontfläche wurde geteilt durch einen Fries mit Fischgrätenmuster, der in der Mitte eine Sandsteinplatte enthielt mit der Inschrift: H · G · V · D · / S · M · / ANNO · / 1674. (Hartwig Georg von Dassel, Soodmeister). Auf dem niedrigen schmucklosen Obergeschoß ruhte das hohe Dach. Die Flügelbauten enthalten nichts Bemerkenswertes, der an der Straße liegende ist massiv, der im Hofe hat ein Fachwerkobergeschoß auf massivem Unterbau. Die Abbildungen 7, 8 und 9 lassen aber erkennen, wie außerordentlich malerisch und stimmungsvoll die alten Gebäude um den kleinen Hof gruppiert lagen, wie Natur und Menschenwerk hier ein Idyll geschaffen hatten, dessen wundervolle Schönheit ein





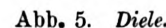
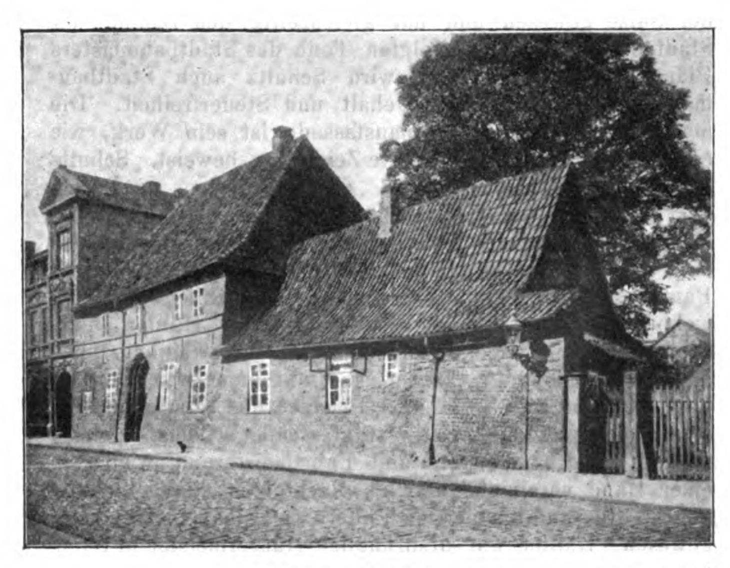
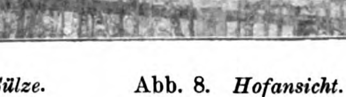




Abb. 5. *Diele.* *Fahrtmeisterhof in der neuen Sülze.* Abb. 6. *Straßenansicht.*





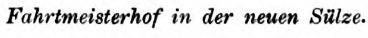


Abb. 7. *Straßenansicht.* *Fahrtmeisterhof in der neuen Sülze.* Abb. 8. *Hofansicht.*

*) In der Kämmereirechnung von 1475 befindet sich die Angabe: „Item 6 Sch. worden Cord snytkers megeden in sunte thomae dage alse de Sothmester gekoret wart und de frowe im kindelbedde lag."

wehmütiges Gefühl auslöste, als Axt und Spaten ihr Zerstörungswerk begannen.

Der Hauptbau an der Straße wird, wie schon erwähnt, im Anfange des 15. Jahrhunderts entstanden sein, der Flügelbau an der Straße kann im 17. Jahrhundert erbaut sein. Vom Erdgeschoß des Flügels am Hofe stammt ein Teil — der direkt an den Hauptbau grenzende — aus älterer Zeit, vielleicht auch aus dem 15. Jahrhundert und ist möglicherweise ein Zimmeranbau am Hauptgebäude gewesen; der übrige Teil dieses Flügels wurde im 18. Jahrhundert gebaut, wohl nachdem die frühere anscheinend freistehende Oberseggerwohnung abgebrochen wurde (1755).

Aus älterer Zeit geben uns zwei Nachrichten Aufschluß über die Bewohner der neuen Sülze. Nach einer Urkunde vom 8. September 1333 übergibt der Rat dem



Abb. 9. *Fahrtmeisterhof in der neuen Sülze. Hofansicht.*

Bliden(Geschoß)meister Lambert Haus und Hof: „We ratmanne der stad to Luneborgh ... bekennen ... dat we usem ... mester Lamberte blidenmestere ... ghevet dat hus unde hof uppe der Nyen Zulthen ...“ *) Am 6. Juli 1386 wird Haus, Wohnung und Zubehör dem Meister Boden, der den Schacht auf der neuen Sülze gearbeitet hat, auf Lebenszeit als Dienstwohnung angewiesen: „We radmanne der stad Luneborg bekennet ... dat we uns verdreghen hebbet mid mester Boden umme dat werk, dat he gemaket heft to deme Solensode uppe der Nyen sulten, also dat he dat hus und woninge mit aller tobehoringe, also we de eme bi der Nyen sulten geantwordet hebbet, sulven ... daryne wonen und wesen schal, de wile he levet ...“ **) Meister Boden ist also wohl Fahrtmeister gewesen.

Wo das Haus, in dem die Meister Lambert und Boden gewohnt haben, gestanden hat, wissen wir nicht; das 1910 abgebrochene an der Straße liegende Haus kann es nicht gewesen sein, das wird in den Schoßbüchern im städtischen Archiv zuerst 1436 erwähnt. Von da ab sind die Bewohner dieses Hauses bis in unsere Zeit lückenlos festzustellen an der Hand der erwähnten Schoßbücher. Folgende Auszüge verdanke ich Herrn Hermann Wrede in Lüneburg.

1436 bezog der Erzgießer Hans Snitker das Haus auf der neuen Sülze. Der Meister ist als Glockengießer bekannt; der Sülze war er verpflichtet, von 1449 ab die Gießeinrichtung für die Pfannen in Ordnung zu halten. Bis 1459 wohnt er hier, zuletzt mit seinem Sohne Curd, der dann bis 1485 an derselben Stelle wirkt. Sein Nachfolger ist von 1486 bis 1511 der Erzgießer Hinrik Berghmann, seit 1500 gemeinsam mit Sivert Berghmann. Dieser wird 1545 allein genannt, das Jahr darauf seine Witwe, von 1547 mit ihrem Sohne Valentin Barchmann, dem Glockengießer und Schöpfer der großen Inschriftplatten an den vom Bürgermeister Garlop gestifteten Wohnungen in der reitenden Dienerstraße. 1581 nennen die Schoßregister noch Valentin Barchmann, 1585 nur seine Witwe, gemeinsam mit ihrem Sohne Valentin, der 1641 das Zeitliche segnet. Seitdem haben keine Erzgießer mehr im Hause gewohnt, von nun ab wird es Dienstwohnung für den Fahrtmeister, als deren erster Vertreter Meister Moritz Gödtke genannt wird. Im Jahre 1643 nennt das Schoßregister als Bewohner Val. Barchmann Witwe und Moritz Gödtke. Fahrtmeister Gödtke wohnt bis zum Jahre 1654, sein Nachfolger ist Meister Franz Lodders bis 1659, in welchem Jahre merkwürdigerweise wieder Moritz Gödtke ins Haus zieht und bis 1669 darin wohnt. Neben ihm lebt im Hause der Untersegger Johann Portun. 1669 nennen die Schoßregister den Zimmermeister und Segger Jürgen Koch, der als Fahrtmeister bis 1683 hier wohnt, dann tritt an seine Stelle der Fahrtmeister Johann Cordes, der bis 1695 genannt wird. Der Untersegger Portun wohnt bis 1687 im Hause, sein Nachfolger ist der Stiegschreiber Christoph Bardowicks. Die erledigte Fahrtmeisterstelle und mit ihr die Wohnung bekam 1701 Georg Schultz, im Schoßregister als Baumeister bezeichnet und erwähnt bis 1718. In diesem Jahre sind als Bewohner des Fahrtmeisterhofes eingetragen neben Georg Schultz noch H. Kreyenberg, Obersegger und Paul Sauck, Stiegschreiber. Georg Schultz ist schon vor 1701 Fahrtmeister der Sülze gewesen und hat gleichzeitig den Bauhof der Stadt seit dem 1698 erfolgten Tode des Stadtbaumeisters Planert verwaltet. 1701 wird Schultz auch Stadtbaumeister gegen 100 Taler Gehalt und Steuerfreiheit. Die noch jetzt bestehende Rathausfassade ist sein Werk, wie eine im Stadtarchiv verwahrte Zeichnung beweist. Schultz stirbt am 8. Dezember 1721. Sein Nachfolger im Dienst der Sülze ist der Fahrtmeister Johann Dietrich Steger, neben dem 1730 im Schoßregister noch genannt werden der Obersegger Christian Vick und der Stiegschreiber Paul Johann Sauck. 1750 wird der Fahrtmeisterhof bewohnt vom Fahrtmeister Johann Philipp Häßler, dem Stiegschreiber Denicke und Ludig, einem Manne ohne nähere Bezeichnung. Häßler ist Stadtbaumeister in Lüneburg gewesen und 1741—45 Erbauer des Kaufhauses — eine Zeichnung im Archiv trägt seinen Namen. Unter ihm ist Stadtbaumeister- und Fahrtmeisteramt wieder in einer Hand vereinigt; der als Nachfolger Georg Schultz angestellte Stadtbaumeister Lüders ist nicht Fahrtmeister gewesen. Häßler war ursprünglich Maurermeister in Lüneburg und Pächter des Ratsziegelhofs; er wurde 1737 Stadtbaumeister, nachdem er den kranken Lüders auf nicht einwandfreie Weise verdrängt hatte. Von 1760 an werden in den Schoßbüchern nur zwei Namen überliefert, unter 3 steht „abgebrochen“ oder „wüst“. Das stimmt mit den oben erwähnten Angaben Maneckes überein. 1770 und 1780 wohnen im Fahrtmeisterhofe der letzte Obersegger David Däneke und der letzte Fahrtmeister Johann David Neuße, 1800 sind dagegen wieder drei Wohnungen bezogen von Jürgen Hinrich Guden, Carl Friedrich Marwedel und Christoph Anton Denecke. 1816 bewohnen Heinrich Marwedel, Salinbuchhalter und Johann Friedrich Kleuker den Fahrtmeisterhof, der seitdem weiter Dienstwohnungen für Salinbeamte des 1790 reorganisierten Werkes enthalten hat.

*) Volger, Urkundenbuch der Stadt Lüneburg, II, Nr. 805.
**) Volger, II, Nr. 1032.

Praktische Gefälleberechnung bei ungleichförmiger Wasserbewegung in Werkkanälen.

Von Regierungsbaumeister a. D. Rümelin.

Einwandfreie wissenschaftliche Formeln über die Fließbewegung des Wassers kennt die Hydrodynamik zurzeit noch nicht. Es fehlt nicht an Versuchen, solche Formeln aufzustellen, doch kann dieses Bemühen nur von zweifelhaftem Erfolge sein, solange das Naturgesetz des Wasserfließens nicht erkannt ist. Ich glaube, auf Grund von Messungen in Werkkanälen, einen Weg zu sehen, welcher vielleicht zu diesem Ziele führen kann, und habe meine Beobachtungen und Vermutungen in einer bei v. Zahn & Jaensch, Dresden, demnächst erscheinenden Schrift „Wie bewegt sich fließendes Wasser?" niedergelegt. Ich möchte hierauf verweisen, aber auch an dieser Stelle betonen, daß es einem einzelnen nicht möglich ist, mit Untersuchungen auf diesem schwierigen Gebiete zu endgültig abschließenden Ergebnissen zu gelangen. Die Mitarbeit vieler ist nötig, wenn unsere naturwissenschaftliche Erkenntnis fortschreiten soll.

Aber unbekümmert um den Stand der Theorie laufen die Forderungen der **Praxis** täglich weiter. Der entwerfende Ingenieur muß beim Bau von Wasserkraftanlagen, Schiffahrtskanälen, Bewässerungen und so fort, den Verlauf des Wassers in den zu erbauenden Gerinnen a priori berechnen, ohne messen zu können. Hier sind einfache und übersichtliche, möglichst praktische Rechnungsmethoden am Platze, die wenig Zeit verlangen, leicht überblickt und geprüft werden können und bei denen der aufgewendete mathematische Apparat im richtigen Verhältnis steht zum Gegebenen und zum Gewollten. Im zweiten Teil der obengenannten Schrift ist auseinandergesetzt, daß für solche Rechnungen der Praxis die Formel von Chézy

1) $$v = k\sqrt{RJ_t}$$

und die Formel von Kutter-Bazin

2) $$k = \frac{100\sqrt{R}}{m+\sqrt{R}}$$ [1]

bislang am besten genügen, in offenen wie in geschlossenen Gerinnen.

In dem folgenden Beispiel ist gezeigt, wie man mit diesen Formeln auch in einem Falle ungleichförmiger Wasserbewegung auskommen kann. Man könnte hier ja auch scharf rechnen und in allen Handbüchern wird dies empfohlen, aber die Ausdrücke werden kompliziert. Die Rechnung hätte auszugehen von der Gleichung

$$dy = \frac{v^2}{k^2 \cdot R}\, ds + \frac{v\,dv}{g},$$

wobei die Buchstaben die bekannte Bedeutung haben.

Hierin wäre zu setzen

$$v = v_0 - \frac{v_0 - v_1}{s_1} \cdot s$$

mit v_0 und s_0, v_1 und s_1 als zusammengehörigen Werten, v als variabler Geschwindigkeit. Damit käme

$$ds = \frac{s_1}{v_0 - v_1} \cdot dv \quad \text{und mit } F = \frac{Q}{v}$$

3) $$dy = -\frac{p v^3}{k^2 \cdot Q} \cdot \frac{s_1}{v_0 - v_1}\, dv + \frac{v\,dv}{g}.$$

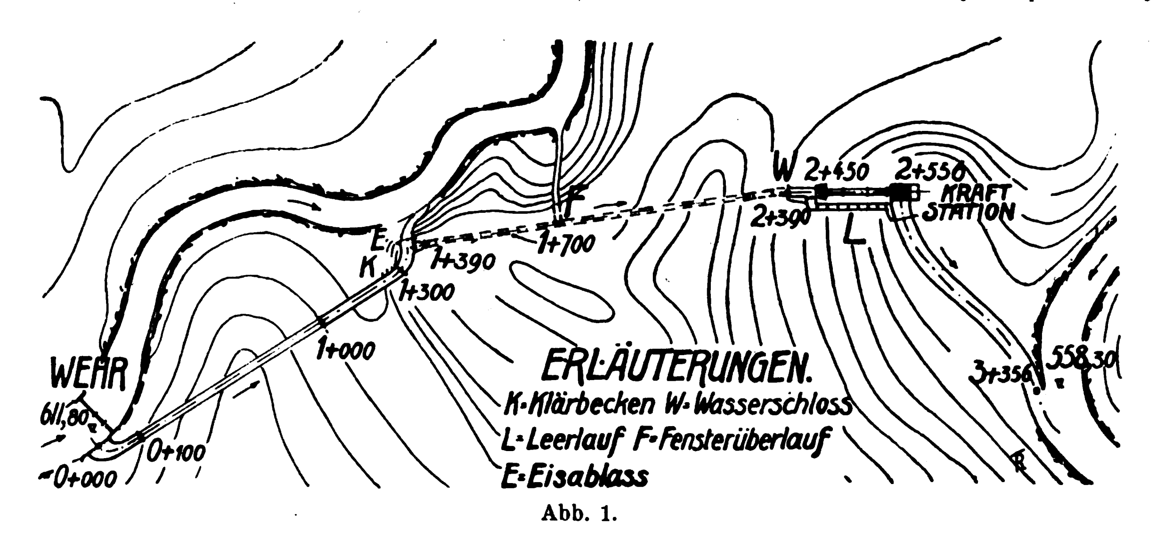


Abb. 1.

Die Integration dieser Differentialgleichung — für p muß man einen konstanten Mittelwert setzen — hätte der Nebenbedingung zu genügen, daß bei s, y stets die Beziehung erfüllt sein muß

4) $$y + h = h_0 + J_s \cdot s \quad (J_s \text{ Sohlengefälle}),$$

wenn h die ganze Wassertiefe bei s, y und h_0 die anfängliche Kanaltiefe hinter dem Einlauf bedeuten. Lueger hat das Integral im V. Band seines „Lexikons der gesamten Technik", S. 152 (2. Aufl.), angegeben. Allein das im Nachstehenden gezeigte Verfahren — ich möchte es das **punktweise Berechnungsverfahren** nennen — ist ganz bedeutend einfacher und hat den großen Vorzug, daß es überall klar und durchsichtig ist. Es dürfte sich in allen praktischen Fällen bei offenen Werkkanälen — bei vollaufenden, geschlossenen Profilen ist es nicht nötig — deshalb durchführen lassen, weil die J stets klein sind. Auch bei den über 7 km langen Werkkanälen der Wasserkraftanlagen Trostberg-Tacherting [2] z. B., welche die Bayrischen Stickstoffwerke A.-G. in den Jahren 1908/10 in Oberbayern erbauen ließen, wurde diese Berechnungsweise angewendet, und die vom Bayrischen Revisionsverein sehr eingehend durchgeführten Nachmessungen im Betriebe haben gezeigt, daß das Verfahren genügend genau war.

Um recht instruktiv zu sein, ist für das Beispiel die Form der Aufgabe gewählt und die Lösung tabellarisch aufgeführt, wozu die Erläuterungen als Anmerkungen gegeben sind.

[1] Die Bedeutung der Buchstaben ist die bekannte.

[2] Q_{normal} 50 cbm, H_{roh} insgesamt rund 25 m.

Gefälleberechnung für Kleinwasser.

Strecken-abschnitt	Sohlenkote in Streckenmitte	Profil*)	F p R	k	v	J	h	Spiegelkote am Streckenende
0 + 000	—	Kanaleinlauf	—	—	0,58 [1])	—	0,02	611,78
Von 0 + 000 bis 0 + 100 also 100 m	609,015	Abb. 3.	25,8 [2]) 14,3 1,80	67	0,58	0,04 ‰	0,00	611,78 [3])
Von 0 + 100 bis 0 + 550 also 450 m	+ 608,91	Abb. 4.	27,3 15,5 1,76	45	0,55	0,09 ‰	0,04	611,74
Von 0 + 550 bis 1 + 000 also 450 m	608,70	Abb. 5.	29,6 16,2 1,83	45	0,51	0,07 ‰	0,03	611,71
Von 1 + 000 bis 1 + 300 also 300 m	608,57	Abb. 6.	31,1 16,5 1,89	68	0,48	0,03 ‰	0,01	611,70
Von 1 + 300 bis 1 + 390 also 90 m	—	Klärbecken, Rechen [4]) und Abschlußschutz [5])	—	—	—	—	0,02	611,68
Von 1 + 390 bis 1 + 790 also 400 m	+ 607,68	Abb. 7.	$\frac{v^2 - v_0^2}{2g} = \frac{0, \quad - 0{,}55}{2g} =$				0,03	611,65
			16,1 10,9 [6]) 1,48	71	0,93	0,12 ‰	0,05	611,60
1 + 790	—	Fensterüberlauf	Gefälleverlust geschätzt auf				0,01	611,59
						Uebertrag:	0,21	

*) Die Sohlenkoten sind durch besondere Berechnung für gleichförmige Wasserbewegung bei $Q_{normal} = 30$ erhalten, vgl. Wasserkraftanlagen II, § 7 (Sammlung Göschen).

Streckenabschnitt	Sohlenkote in Streckenmitte	Profil	F p R	k	v	J	h	Spiegelkote am Streckenende
						Uebertrag:	0,21	
Von 1 + 790 bis 2 + 390 also 600 m	+ 607,20	Abb. 8. [7]	17,4 12,1 1,44	71	0,86	0,10 ‰	0,06	611,53
Von 2 + 390 bis 2 + 450 also 60 m	—	Wasserschloß Rechen [8] Schützen [9] Einlaufkammer	—	—	— 0,23 0,30 —	—	0,01	611,52
Von 2 + 450 bis 2 + 656 also 206 m	—		$\frac{1^2,30 - 0^2,30}{2g} =$			—	0,09	—
		Beschleunigung 2 Druckrohre [10] 2600 ⌀	5,78 $R = D/4$ $= 0,675$	80 [11]	1,30	0,39 ‰	0,08	—
			Rohrkrümmer und Abschlußorgan geschätzt				0,02	(611,33)
		Gefällverlust oberhalb der Station Sa.					**0,47 m**	
—	Nettogefälle 611,33 — 558,18 [12]) =		—	—	—	—	**53,15**	558,18
700 m lang	+ 556,85	Abb. 9.	22,3 21,0 1,07	42 [13]	0,67	0,24	0,17	558,01 oder rund 558,00 a
						Total-Sa. rund:	**0,80 m**	

Bemerkungen zu den Tabellen.

[1]) Gleich angenommen wie in der anschließenden Kanalstrecke. Es ist dann $h = \frac{0^2,58}{2g} = 0,02$.

[2]) Es ist $F = (8,80 + 0,55) \cdot 2,765 = 25,8$ qm.

[3]) Man könnte bei Kleinwasser natürlich auch auf *mm* rechnen. Allzu große Genauigkeit hat aber keinen Sinn, wenn *m* oder *n*, wie bei Projektierungen, noch unsicher sind. Etwas anderes ist es bei Nachrechnung fertiger Anlagen, wo *m* und *n* durch Messungen sehr scharf erhalten werden.

[4]) Im Rechen steht der Spiegel auf 611,70 statt wie bei Q 30 auf 611,2; der Querschnitt ist $15,6 \cdot (4,20 + 0,46) \cdot \frac{20}{20+8} = 52$ qm und $v = \frac{15}{52} = 0,29$; $\frac{0^2,29}{2g} = 0,00$.

[5]) Im Schützabschluß liegt der Spiegel auf 611,70 statt 611,22, also Querschnitt $F = 30 + 4 \cdot 3,33 \cdot 0,48 = 36,4$ und bei $\mu = 0,80$ das reduzierte $F = 0,80 \cdot 36,4 = 29,1$, endlich $v = \frac{15}{27,3} = 0,52$ und $h = \frac{v^2}{2g} = 0,015$.

[6]) Halber Zentriwinkel aus $\sin \varphi/2 = \frac{1,87}{2,42}$; $\varphi = 100,5^0$. Sonach $p = 3,14 \cdot 4,84 \left(1 - \frac{100,5}{360}\right) = 10,9 \cdot s/2 = \sqrt{2^2,42 - 1^2,55} = \sqrt{3,97 \cdot 0,87} = 1,87$. Segmentinhalt F_s genügend genau $= 2/3 \times$ Sehne $\times$ Pfeil $= 2/3 \cdot 3,74 \cdot 0,87 = 2,2$; also $F = \pi \cdot \frac{D^2}{4} - 2,2 = 18,3 - 2,2 = 16,1$ qm.

[7]) Die Kote 611,56 ist hier absichtlich, statt, wie sonst gerechnet, der Anfangskote der Strecke 611,59, gewählt, weil bei der großen Füllung des Kreises genauer gerechnet werden muß. Es ist leicht im voraus abzuschätzen, daß auf dieser 600 m-Strecke das J etwa 0,10 bis 0,11 ‰ betragen und folglich bis zur Streckenmitte $h = 0,03$ m sich ergeben wird.

[8]) Im Rechen steht der Spiegel auf 611,53 statt, wie bei Q 30, auf 609,90; der Wasserquerschnitt ist $15,6 \cdot (4,20 + 1,63) \cdot \frac{20}{20+8} = 65,0$ qm und $v = 0,23$, also $h = \frac{v^2}{2g} = 0,00$.

[9]) Im Schützabschluß liegt der Spiegel auf 611,53 statt 609,88, also Wasserquerschnitt $F = \mu B h = 0,80\,(15,90 - 2,60) \cdot (3,00 + 1,65) = 49,4$ qm oder $v = \frac{15}{49,4} = 0,30$. Für Rechen, Schütz und Einlaufkammer zusammen werde $h = 0,01$ angenommen.

[10]) Da an jedes Druckrohr zwei Turbinen angeschlossen sind, so könnten die 15 cbm auch durch eine einzige der

beiden Rohrleitungen fließen, und der Druckverlust wäre dann $\frac{2^2{,}6 - 0^2{,}30}{2g} + 0{,}35 + 0{,}10 = 0{,}80^{\mathrm{m}}$. Im vorliegenden Falle, der auch denkbar ist, daß nämlich auf jeder Seite nur eine Turbine läuft, erhält man den Größtwert von H_{brutto} und H_{netto}; dies ist einigermaßen eine Kompensation gegenüber dem im Winter verminderten Werkwasser von $Q = 15$.

[11]) Es ist $k = \dfrac{23 + \frac{1}{n} + \frac{1{,}55}{J}}{1 + \left(23 + \frac{1{,}55}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$ mit J in ‰ und $n \approx 0{,}012$ etwa $= 80$.

[12]) Diese Spiegelkote wird am schnellsten durch Versuch gefunden. Es ist auszugehen von der Wassertiefe, welche sich bei Q 15 am Kanalauslauf im Flusse herstellt, also 658,00. Damit wird zunächst rückwärts gerechnet: $F = (15{,}5 + 2{,}6)\, 1{,}3 = 23{,}5$ $\quad p = 15{,}5 + 5{,}8 = 21{,}8$ $\quad R = 1{,}1$ $\quad v = 0{,}64$ $J = \frac{0^2{,}64}{42^2 \cdot 1{,}1} = 0{,}21$ ‰; es ergäbe sich also das Unterwasser der Station auf 558,15. Mit dieser Kote abwärts gerechnet, findet sich $J = 0{,}30$ ‰. So kommt man durch Probieren auf Kote 558,18 als U.-W. der Station.

[13]) Kann (ungünstig) gleich genommen werden wie bei Q 30, wobei sich der Wert $k = 42$ berechnete.

Aufgabe.

Für die in Abb. 1 dargestellte Anlage, welche auf 30 cbm normale Werkwassermenge[3]) ausgebaut ist, das Bruttogefälle der Kraftstation, das an den Turbinen wirksame Netto- oder Nutzgefälle sowie den äußeren und inneren Wirkungsgrad[4]) bei $Q_{\text{klein}} = 15$ cbm anzugeben. Es ist ungünstig zu rechnen (Rechenschiebergenauigkeit).

Vorbemerkung zur Lösung.

Werkkanäle pflegt man im Längenprofile so anzuordnen, daß bei Normalwasser gleichförmige Wasserbewegung herrscht.[5]) In diesem Falle ist das Spiegel-

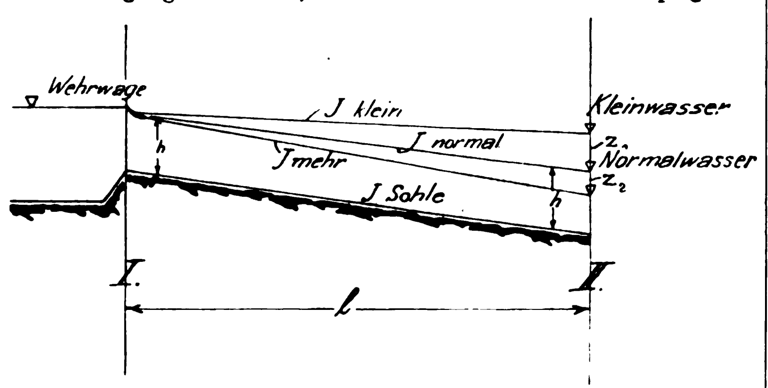


Abb. 2. *Ungleichförmige Bewegung in einem Oberwasserkanal.*

gefälle gleich dem Sohlengefälle, siehe Abb. 2. In die Abbildung sind noch zwei andere Spiegellagen eingezeichnet, nämlich J_{klein} für den Fall, daß das vom Werk verbrauchte Wasser kleiner ist als Q_{normal}, und J_{mehr}, im Falle Q_{Werk} größer als Q_{normal}.

Für Kleinwasser, welches nicht soviel Reibungsgefälle verbraucht wie Normalwasser, wird, bei Einhaltung der konzessionierten Wehrwage bzw. des Unter-Eichpfahls der Kraftstation des Oberliegers, ungleichförmige Bewegung des Wassers eintreten. Der Wasserspiegel bei Kleinwasser ist theoretisch eine Kurve, die ihre konvexe Seite nach der Sohle kehrt; sie ist nichts anderes als die Staukurve für einen bei II_0[6]) bestehenden Stau z. Bei „Mehrwasser" ist es umgekehrt; der seine konvexe Seite nach oben kehrende Wasserspiegel ist nichts anderes als die Senkungskurve für eine bei II bestehende Absenkung z. In der Praxis genügt es, wenn man die Länge L in gleiche Abschnitte von 300, 500, 1000 usw. Metern einteilt und auf diesen Teilstrecken die Bewegung als gleichförmig berechnet. Diese „abschnittweise" oder „punktweise" Berechnung der Kurve kann sowohl von I aus abwärts, wie von II aus aufwärts erfolgen.

Die Berechnung ist tabellarisch durchgeführt, ausgegangen ist von der Wehrwage ▽ 611,80.[7])

Ergebnis.

Das Rohgefälle plus Wehrstau ist um den Betrag von 0,30 m (am Auslauf) größer als wie bei Q_{normal}, wo es 53,50 m betrug[8]), also $H_{\text{roh}} = 53{,}80$.

$$\text{Bruttogefälle } 53{,}80 - 0{,}27 - 0{,}18 = \mathbf{53{,}35}^{\mathrm{m}}$$

$$\text{Nettogefälle } 53{,}35 - 0{,}20 = \mathbf{53{,}15}^{\mathrm{m}}.$$

$$\text{Aeußerer Wirkungsgrad} = 100 \cdot \frac{53{,}35}{53{,}80} = \mathbf{99}\,\%$$

$$\text{Innerer Wirkungsgrad} = 100 \cdot \frac{53{,}15}{53{,}35} = \mathbf{99^1/_2}\,\%.$$

---

[3]) Die Berechnung derselben Anlage für Normalwasser und gleichförmige Wasserbewegung ist im zweiten Bändchen der bei Göschen erschienenen „Wasserkraftanlagen", § 7, gegeben; es findet sich darin unter anderem eine einfache Berechnung des wirtschaftlich günstigsten Rohrdurchmessers.

[4]) Das Verhältnis $\frac{H_{\text{brutto}}}{H_{\text{roh}}}$ nennt man den äußeren und $\frac{H_{\text{netto}}}{H_{\text{brutto}}}$ den inneren Wirkungsgrad einer Wasserkraftanlage.

[5]) Jedenfalls ist die erstmalige Berechnung so durchzuführen. Man wird dann allerdings vorteilhaft auch bei Q_{normal} ungleichförmige Bewegung zulassen, nämlich am Wasserschloß oberhalb der Kraftstation soviel Aufstau der Normalwassermenge wählen, daß der kanalaufwärts reichende Rückstau hinter der Entnahmestelle an der Wehrwage null ist. Die Berechnung ist dann für Q_{normal} ein zweites Mal durchzuführen, ganz analog unserem Beispiele.

[6]) Vgl. Abb. 2.

[7]) Siehe Wasserkraftanlagen II (Sammlung Göschen), § 7.

[8]) Vgl. a. a. O. § 7.

Die Baudenkmäler an den Ufern des Starnberger Sees.

Von Hugo Steffen, Architekt (München).

Uralter Kulturboden ist's auf dem sich Starnberg und Tutzing, die beiden größten Orte am Starnberger See, erheben. Pfahlbauten waren an den seichteren Uferstellen die ersten Behausungen, und von den späteren Ansiedelungen der Römer, die gewiß die herrlichen landschaftlichen Punkte, den fischreichen See zu schätzen wußten, geben die zahl-

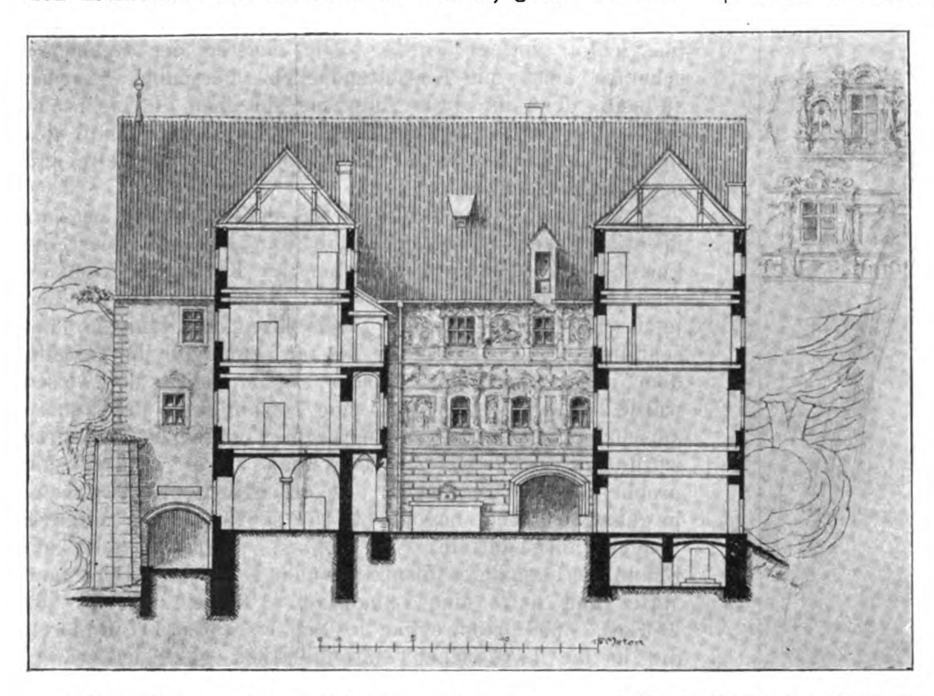


Abb. 3. *Querschnitt vom Schlosse zu Starnberg.* Abb. 1. *Detail der Malereien.*

reichen Funde sicheren Beweis. Der Ursprung der meisten noch bestehenden Schlösser läßt sich bis ins früheste Mittelalter verfolgen, ja einige davon hatten sich ihre Befestigungen, Wallgräben, Ringmauern, Brücken bis gegen die siebziger Jahre vorigen Jahrhunderts erhalten.

Das hervorragendste Bauwerk am See war das jetzt noch in seinen Resten ungemein stattlich wirkende Starnberger Schloß, welches sich auf einem vereinzelt stehenden Höhenausläufer am Anfange des westlichen Ufers über dem gleichbenannten Orte erhebt, dessen Name von den schon im 13. Jahrhundert urkundlich erwähnten Herren und Rittern von Starenberg herrührt (Abb. 5). Diese waren die Besitzer der starkbefestigten, an Stelle des späteren Herzogsschlosses befindlichen, wahrscheinlich kleineren Burg, deren Grundmauern sicher beim späteren Umbau verblieben. Die Herren von Starenberg wurden aber bald zur Schar der armen Edelleute gezählt, die am Hofe Unterhalt fanden; zwei Jahrhunderte später trifft man sie noch als Hofkavaliere, Anfang des 17. Jahrhunderts als gewöhnliche Münchener Bürger, die Starenberger, verzeichnet. Ihr Wappen war ein Star mit ausgebreiteten Flügeln auf einem Berge stehend und bis zum Abbruch der unteren ältesten Starenberger Kirche als Glasbild in einem Fenster derselben erhalten.

Um die Mitte des 14. Jahrhunderts ging die Burg an die Herzöge von Bayern über, welche sie später zu einem glänzenden Lustschlosse umgestalteten, und blieb so auch fernerhin bei den Landesteilungen beim wittelsbachischen Hause stets ein Bayern-Münchener Anteil. Von der ehemals starken Befestigung des alten Schlosses zeugen die tiefen Wallgräben auf der nördlichen und östlichen Abdachung des Hügels, von denen der innerste und tiefste noch ganz erhalten ist. Auch aus den verbliebenen mächtigen Türangeln und Auflegern in den Bogen von Einfahrt und Halle ersieht man den früheren Schutz durch feste Doppeltore. Die Architektur der Halle ist samt den Profilierungen der Torumrahmungen und den auf starken Pfeilern ruhenden Gewölben mit ihren verzwickten Einschneidungen die ursprünglich mittelalterliche, welche man, nebst dem seitlichen wuchtigen Erker über dem jetzigen Aufgange vom Wallgraben, beim Umbau in alter Weise ließ. Dieser erfolgte in der Mitte des 16. Jahrhunderts, wahrscheinlich unter Herzog Wilhelm IV. oder Albrecht V.; die historischen Angaben darüber gehen zum Teil auseinander, auch haben die Nachfolger der genannten Fürsten noch mancherlei hinzugefügt, vor allem die innere Einrichtung weiter ausgestattet. Das Schloß erhielt reichen architektonischen Schmuck und prunkvolle Fassadenmalereien, welche nach Holbeinscher Art gehalten, aber an den Außenfronten in den letzten Jahren leider vollständig übertüncht wurden. Im Hofe, der jedoch für gewöhnlich nicht zugänglich ist, prangen jetzt noch Reste der herrlichen Malereien (Abb. 2, 3).

In einer Kartusche war sogar noch die verblaßte Jahreszahl 1541 ersichtlich. Baurat Löwel erzählte mir, daß er in den achtziger Jahren noch die Anfangsbuchstaben vom Namen des Schöpfers der Malereien gefunden habe, der sicherlich wohl auch die Außenfassaden gemalt haben dürfte. Jetzt ist alles verputzt und nicht lange

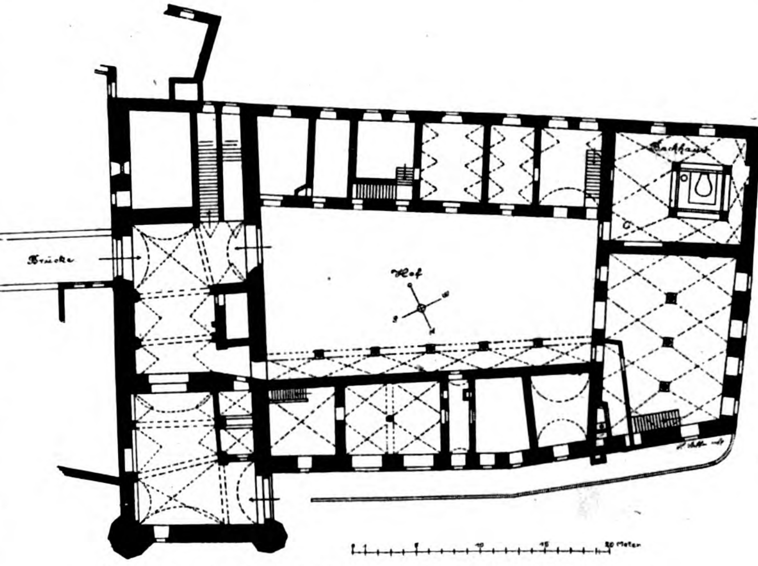


Abb. 2. *Schloß Starnberg. Grundriß vom Erdgeschoß.*

wird es dauern, dann werden auch die letzten Reste der Malereien verschwinden, wenn selbige nicht von der Behörde geschützt werden (Abb. 1).

Die jetzt wie gedrungene Streben wirkenden, in Türhöhe mit Ziegeln abgedeckten Pfeiler an beiden Ecken des Risalitbaues sind Reste der ehemaligen kuppelbekrönten

Erker, welche bis zum Hauptgesimse emporstiegen (Abb. 4). Den dazwischen liegenden Giebel zierte ein Uhrtürmchen und die übrigen Türmchen trugen Zinnenschmuck. Die noch erhaltene hohe Brücke verband Schloß und Sommerhaus, das von einer zinnenbekrönten Mauer umgeben war, deren Reste heutigestags die Umzäunung eines Gartens

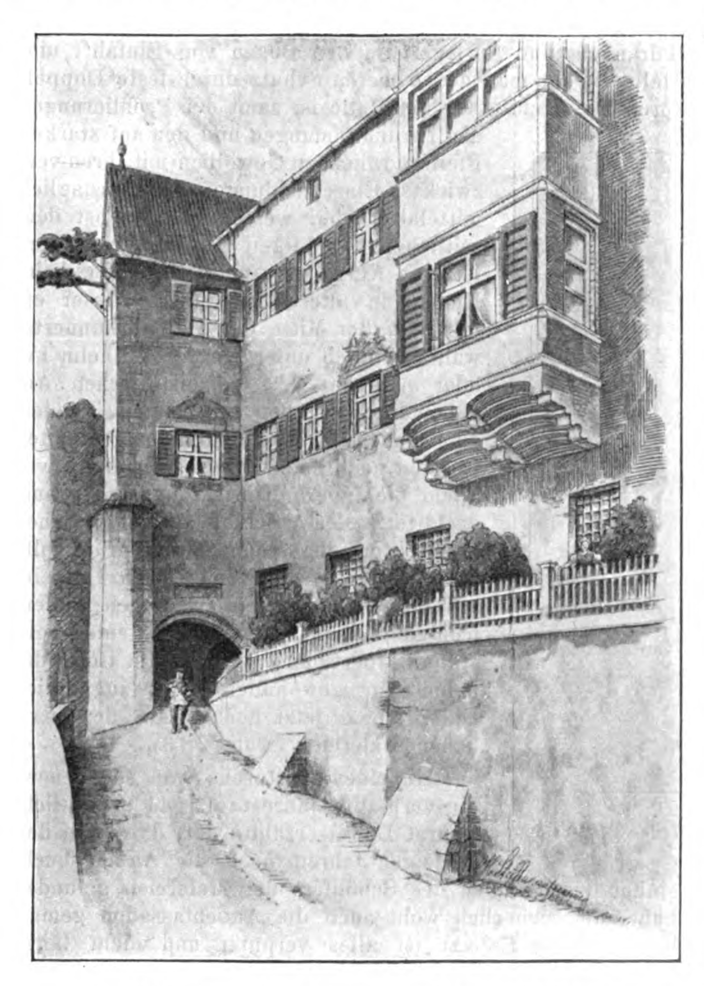


Abb. 4. *Aufgang zum Starnberger Schlosse.*

neben der Kirche bilden. Max Joseph III., jener sparsame, fromme, nur für das Wohl seines Volkes lebende Fürst, ließ 1764 das Lusthaus abbrechen und aus den Steinen die jetzige Pfarrkirche erbauen. Doch die wenigsten,

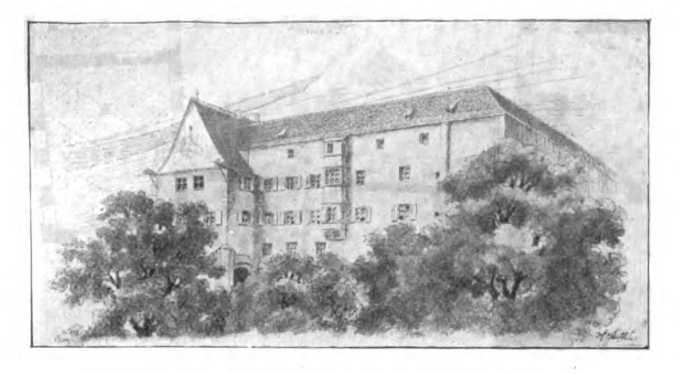


Abb. 5. *Ansicht vom Schlosse Starnberg.*

welche sich jetzt vom stillen Friedhofe des Kirchleins am herrlichen Anblicke auf See und Gebirge ergötzen, wissen, daß an dieser frommen, Kultus geweihten Stätte einst üppigstes, höfisches Treiben herrschte und raffinierteste Lebenskunst das Szepter führte. Ein Oelbild von Maler Schleich zeigt das höchst malerische Bild der beschriebenen Mauer des ehemaligen Lustschlosses mit Kirche und Blick auf den See, wie dasselbe noch Mitte der achtziger Jahre bestand. Jetzt ist die Aussicht verbaut und hochgewachsene Bäume verdecken den See.

Den Chronisten zufolge soll das Innere des Schlosses mit dem Aeußern an Glanz und Pracht gewetteifert haben. Herrliche, mit Malereien, „Dapeziren" und kostbarem Geräte wohlgeschmückte Säle und Zimmer standen den höchsten Herrschaften zur Verfügung. Jetzt sind die Räume ganz schmucklos; den großen Bankettsaal, welcher den ganzen nordöstlichen Flügel einnahm, unterfing man im Jahre 1803, als das königliche Rent- und Forstamt ins Schloß verlegt wurde. Die meisten der Gemächer scheinen einst mit Kassettendecken überspannt gewesen zu sein, denn für diese Annahme sprechen die eigentümlichen doppelten Balkendecken. Im ersten Geschoß des linken Seitenflügels haben sich noch drei gutvertäfelte und bemalte Holzdecken erhalten.

Auf einem alten Bilde ist das Schloß nebst Lusthaus in alter Pracht ersichtlich (Abb. 6). Am See kreuzt die kurfürstliche Lustflotte, inmitten der Kurfürstin Adelaide phantastisches Prunkschiff, den „Bucentauro", von dem jetzt ein getreues Modell, nach alten Abbildungen, Beschreibungen und wenigen Resten kunstvoll hergestellt, dem neuen deutschen Museum in München überwiesen wurde. Dieses Schiff war eine Nachbildung des venetianischen Staatsschiffes „Bucentoro". Vor genau 250 Jahren wurde auf dem See mit dem Bau dieses größten und prachtvollsten Fahrzeuges, das die Fluten des Würmsees je getragen haben, begonnen. Der schwimmende, mit drei Etagen ausgestattete Wasserpalast entstand 1662 auf Befehl des damaligen prunkliebenden Kurfürsten Ferdinand Maria und hatte eine Länge von 100, eine Breite von 25 Fuß. Zur Fortbewegnng des Schiffes waren 110 Ruderer, die in die bayerischen Nationalfarben gekleidet waren, notwendig. Alle Ruder waren prächtig bemalt. Außerdem war das Schiff mit zwei Segeln und 16 schweren Geschützen ausgestattet. Die zweite Etage des Schiffes war für den Hof, die dritte für die Musikchöre bestimmt. Lief es aus, so war es von 34 größeren und kleineren Fahrzeugen umgeben. Fast jedes Begleitschiff soll einen bestimmten Zweck gehabt haben. Da war das Mundküchenschiff, das Kellerschiff, das Silberkammerschiff, das Sommelier-Tauwerk- und große Hofküchenschiff usw. Der „Bucentaur" trug 500 Personen, die ganze Flotte über 2000 und spielte bei den großen, mit Hirschjagden verbundenen Hoffesten im und am Starnberger See eine große Rolle. Nahezu 100 Jahre schwamm das Riesenschiff in den Fluten des Sees, bis es 1758 vollständig abgebrochen wurde. Die vergoldete Statue der Pallas aus Holz mit zwei prächtigen Laternen bilden im Nationalmuseum die einzigen Ueberreste des stolzen Schiffes.

Das auf dem Bilde unweit des Seeufers sichtbare Gebäude mit den breitausladenden Staffelgiebeln — die ehemalige herzogliche Taverne — ist heute noch, freilich auch des einstigen Architekturschmuckes beraubt, als Gasthaus „zum Tutzingerhof" mit den ursprünglichen Gewölben im Gastzimmer und Flur, erhalten. So einsam freilich, wie damals ist's lange nimmer am Seegelände, ja man möchte die noch unbebauten Plätze schon förmlich suchen; der elegante Villen- und Badeort hat jetzt das alte, auf seinem Hügel isoliert thronende Schloß von allen Seiten umschlossen.

Kürzlich hat die rührige Stadtgemeinde eines der nur noch wenigen Holzhäuser Starnbergs, das sog. „Lochmannhaus" angekauft, das demnächst zu einem Ortsmuseum eingerichtet werden soll. Der Name dieses alten Holzhauses, welches 1500 errichtet worden sein soll, rührt von den Seerichtern her, die in dem Hause wohnten und hier die Inkulpaten nach der „Lochordnung" einlochten und deshalb „Lochmänner" genannt wurden. Außer

wenigen Veränderungen, die das alte Lochhaus im Laufe der Jahrhunderte erfuhr, ist dasselbe noch im ursprünglichen Zustande erhalten, und der Gedanke, dieses zu einem Museum herzurichten, wäre zu begrüßen, wenn nach meinem Dafürhalten, trotz moderner Imprägnierungsmittel usw., die Feuersgefahr nicht zu Bedenken Anlaß gäbe (Abb. 7).

Den verschiedenen Spuren nach zu urteilen, erfreute sich einst die Fassadenmalerei an den Ufern des Sees besonderer Gunst. Leider ist wenig davon auf unsere Zeit herübergekommen. Am besten erhalten — da durch mehrfache, sorgfältige Restaurationen vor dem Untergange geschützt — sind im Dörfchen Pöcking unweit Starnbergs die Malereien eines freundlichen Gasthauses im Gebirgscharakter. Von denen des 16. Jahrhunderts bestehen freilich nur noch die langen, gemalten Ecksäulen, alles übrige wurde Ende des 17. Jahrhunderts und Anfang des 18. Jahrhunderts im Geschmacke der Zeit erneuert. Man hat in diesem Gebäude eine ehemalige Thurn und Taxissche Poststation vor sich. Links am Eingange befindet sich das Taxissche Wappen und die Gedenktafel zur anderen Seite gibt kund: „In diesem Hause befand sich die Thurn und Taxissche Reichsposthalterei von 1595 bis 1808. Die Bestallung Leonhard Taßis als Generaloberpostmeister in dem Reich durch Kaiser Rudolf II. erfolgte am 16. April 1595, womit der Generaletat der Reichspost geschaffen wurde. Durch die königliche Verordnung vom 1. März 1808 wurde die Post in Staatsregie übernommen“ (Abb. 8).

Das Schloß Possenhofen, der Sommersitz des verstorbenen Herzogs Karl Theodor in Bayern, erhielt anfangs des 19. Jahrhunderts seine jetzige Gestalt.

Zwischen Possenhofen und Feldafing liegt die Roseninsel deren Name aus neuerer Zeit stammt. Früher hieß sie „Der Wörth“. Einst führten nördlich und südlich zwei auf Pfählen eingerammte Brücken herüber, welche im dreißigjährigen Kriege zerstört und nicht wieder aufgebaut wurden. Eine heidnische Opferstätte soll dort gestanden haben, die später einer christlichen Kapelle weichen mußte. Urkundlich finden wir diese 1401 erwähnt, als die Pfarrkirche zu Feldafing eingeweiht wurde und „die Kapelle auf dem Wörth“ als Filiale derselben bezeichnet ist. Ob sie nun bis zur Erbauung der Feldafinger Kirche diese ersetzte, ist unerwiesen, aber nicht unmöglich, denn den beiden einstigen Brücken zufolge mußte der Verkehr zur Insel ein ziemlich bedeutender gewesen sein. Die Ruine der Kapelle wurde erst 1838 abgebrochen. Westenrieder nennt dieselbe „ein mystisch Gebäu“. Daneben hat höchstwahrscheinlich auch noch ein schloßartiges Gebäude auf der Insel gestanden, da eine Urkunde vom Jahre 1545 berichtet, daß Jacob Rosenbusch der spätere Kanzler der Stände Niederbayerns, aus den „Ruinen der Karlsburg“ ein Herrenhaus erbaute. Neben Possenhofen und Pöcking hatte derselbe auch die Insel zu 300 fl. als Reichsritterlehen erworben mit der Bedingung, „daß diese sambt den darauf zu errichtenden Gebäuen seiner fürstlichen Gnaden zu Lust und Wohlgefallen offen gehalten werde“. Als Nutznießung zu diesem Lehen gehörte auch das Fischwasser, „so zwischen den zwei Bruggen, welche vom Lande auf die Insel führen, inne liegt“. Gleich den Brücken wurde auch das Herrenhaus im Dreißigjährigen Krieg zerstört, letzteres aber von der Familie Rosenbusch wieder aufgebaut.

Im 18. Jahrhundert kam die Insel an Caspar von La Rosée und fiel nach dem Tode seines kinderlosen Enkels an den König von Bayern zurück, bis 1849 nach Aufhebung des Lehens und Grundverbandes, der Fischer auf der Insel alleiniger Herr derselben ward, von dem sich der König das liebliche Reich um 3000 fl. wieder zurückkaufte und die jetzigen Gebäude, das Herren- und Gärtnerhaus darauf erbauen ließ (Abb. 9). Den Giebel des letzteren bildet die stehengebliebene Giebelmauer der alten Kapelle. Hochinteressant sollen die bei Aushebung des Baugrundes gemachten Gräberfunde gewesen sein. Erst stieß man

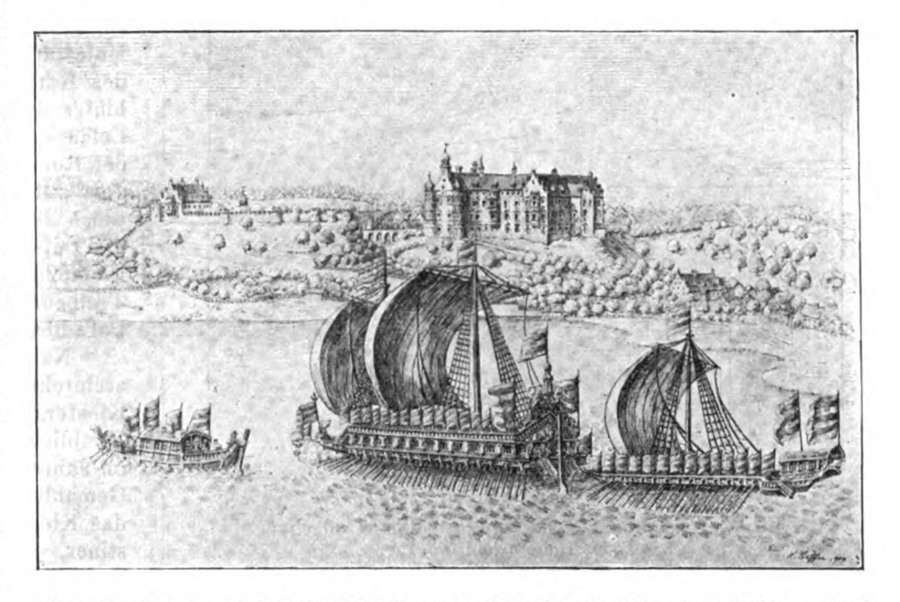


Abb. 6. *Das Starnberger Schloß in seiner früheren Gestalt, mit dem Prunkschiff „Bucentauro“.*

auf eine Gräberschicht, die den Beigaben der Bestatteten nach zu urteilen von dem christlichen, die Kapelle einst umgebenden Friedhofe stammt. Darunter befanden sich Reihengräber aus heidnischer Zeit, von denen man bei den späteren christlichen Bestattungen sicher keine Ahnung

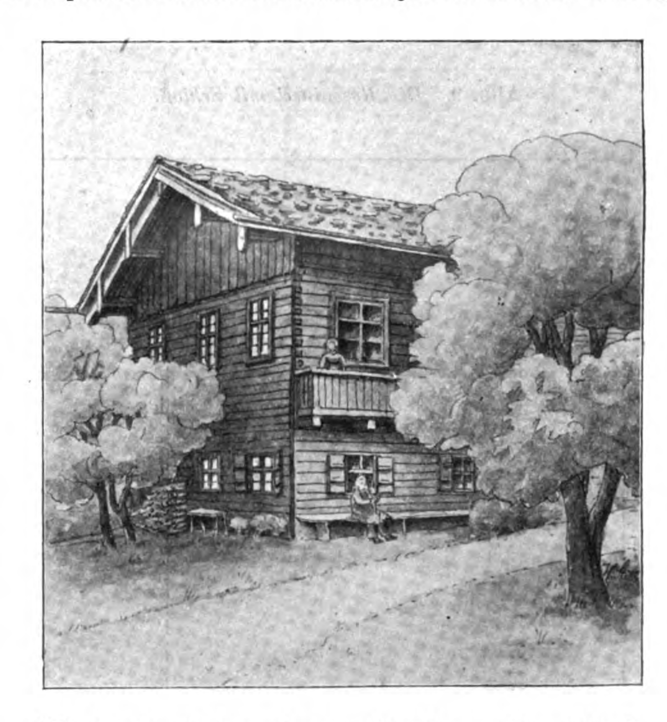


Abb. 7. *Das Lochmannhaus in Starnberg welches 1500 als Seerichterhaus errichtet und jetzt als Museum hergestellt wird.*

hatte. Weiter wurden Pfeilspitzen von Stein und Gefäßscherben usw. römischen Ursprunges bloßgelegt.

Unweit Garatshausen, dem Fürsten Thurn und Taxis gehörend, liegt der zweitgrößte Ort des Sees, Tutzing, dessen modernisiertes Schloß sich noch bis um die Mitte vorigen Jahrhunderts seine ursprüngliche stark befestigte

Gestalt bewahrt hatte. Das kleine Kirchlein mit Zwiebelkuppeltürmchen steht inmitten des Kirchhofes, nahe am

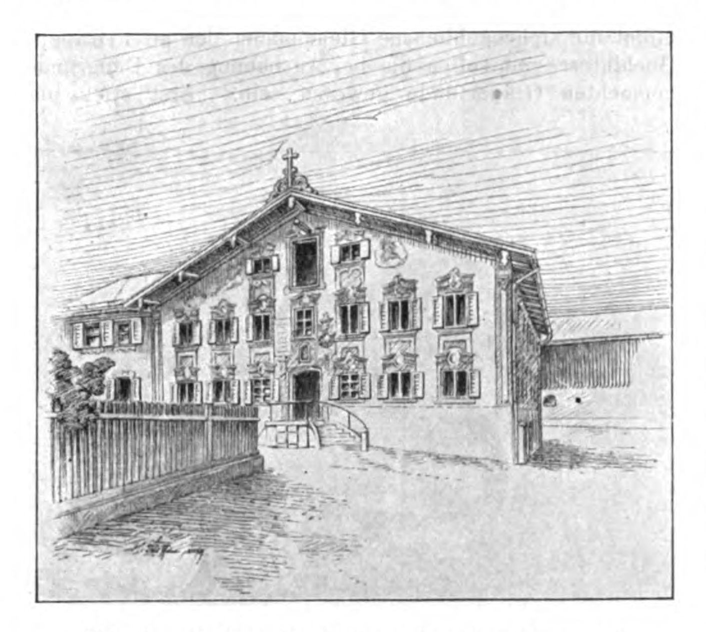


Abb. 8. *Gasthaus in Pöcking, ehemalige Thurn und Taxissche Poststation.*

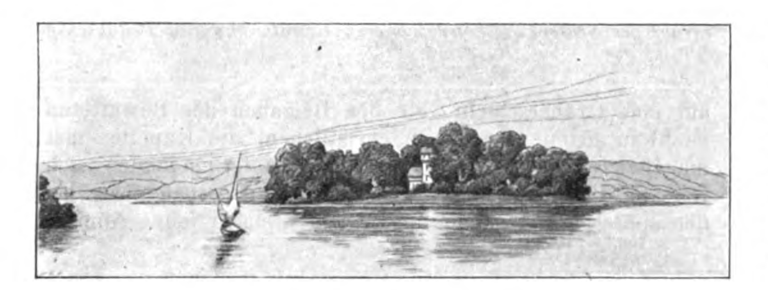


Abb. 9. *Die Roseninsel mit Schloß.*

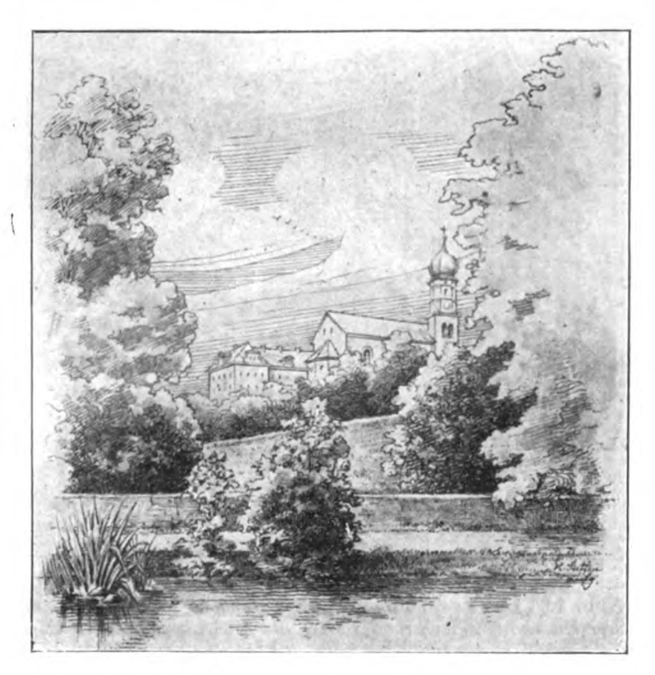


Abb. 10. *Schloß in Bernried, früher Kloster.*

See sehr malerisch und ist von alten Bäumen umschattet und mit Schlingpflanzen überwuchert. Jetzt ist die Kirche durch die Zunahme der Bevölkerung zu klein geworden und es wird ein großes Gotteshaus durch Professor v. Hauberrisser erbaut.

Auf der Johanneshöhe, jenem herrlichen Aussichtspunkte seitlich des Ortes hält unter hohen Linden die überlebensgroße Johannesstatue — ein Werk der Barockzeit — ihre stille Wacht. Weit schweift der Blick über den See, nach seinem Ende zu, wo über sanften Höhenzügen die schneebedeckten Häupter der Bergriesen in voller Majestät emporsteigen; in der stillen, schilfbedeckten Bucht des Karpfenwinkels kreisen die Möwen und drüben winkt hinter dunklem Tannenwald die Turmspitze von Bernried. Leicht gleitet das Boot über die grüne Fläche und trägt den Ruhebedürftigen vom lebhaften Tutzinger Strande nach dem stillen Kloster, wenn er es nicht vorzieht, über teilweise leis schwankenden Grund, durch blühende Wiesen und reifende Saatenfelder den Karpfenwinkel zu umwandern. Liebliches Bernried — wenig berührt noch vom modischen Treiben, möchtest du immer das bleiben, was du bist, ein Paradies der Schönheit und Ruhe! (Abb. 10.)

Nächst Starnberg dürfte wohl, was Umfang und architektonische Bedeutung anbetrifft, diese Ortschaft mit Klostergebäulichkeiten an zweiter Stelle zu nennen sein. Es blickt auf ein ehrwürdiges Alter zurück, denn schon im Jahre 1121 gründeten Otto Graf von Valley und seine Gemahlin Adelheid, eine Königliche Prinzessin aus Sizilien, das Kloster mit Kirche, als reguläres Chorstift der Augustiner, welches bis zur Säkularisierung im Jahre 1803 bestand, dann in Privathände überging und durch verschiedene Zubauten usw. in ein prächtiges Schloß umgewandelt wurde. Den ehemaligen Klosterhof schmücken jetzt herrliche Baumgruppen, Schwäne tummeln sich in dem kleinen Weiher und schattige Promenadenwege mit Ruhebänken führen, jedermann zugänglich, am Seeufer neben der alten Umfassungsmauer des einstigen Klostergartens entlang. In einem der zinnenbekrönten Türmchen befindet sich ein kleines Kapellchen mit portalartiger Umrahmung aus der Spätrenaissancezeit, vor welchem wohl einst die auffahrenden Schiffer ihr stilles Gebet verrichteten (Abb. 11). Leise kosen die plätschernden Wellen mit den tief herabhängenden Zweigen, ein Kahn streift vorbei, wie flüssiges Silber liegt der See im Mittagsglanze; die Berge umweht ein duftiger Schleier, und ob sie einander grüßen wollten, mischen sich von hüben und drüben Glockentöne ins Geläut des Dorfkirchleins zu Unserer lieben Frauen. Im Jahre 1382 erbaut, erhielt diese auch bei dem allgemeinen Umbau gleich der Klosterkirche ein neues Gewand. „Durch Gipsarbeit zierlich erneuert war“ berichtet 1661 ein Chronist. Dabei wurde die sogenannte Gruftkapelle seitlich angebaut, und zwar in das langgestreckte Gebäude, welches den Klosterhof nach der Straße zu abschloß. Leider hat man bei der vor vier Jahren stattgefundenen Renovation die graziösen Stuckverzierungen um die äußeren Fenster von Kirche und Kapelle statt sorgsam zu renovieren oder wenigstens zu belassen, vor dem Uebertünchen der Mauern einfach abgeschlagen. Meine Zeichnung gibt Zeugnis von der schönen Umrahmung (Abb. 12 und 16). Im Innern von der Kirche ist leider auch alle Feinheit, vom Edelroste der Zeit geschaffen, verloren gegangen. Jetzt glänzt und gleißt alles in den schreiendsten Farben.

Einige Aufzeichnungen über das Kloster dürften von Interesse sein. So soll neben demselben ein Nonnenkloster gestanden haben, in welchem Hercula, eine fromme Seherin wirkte und starb. Im Mönchskloster lebte zu gleicher Zeit Paulus, ein hochgelehrter, ehemaliger Chorherr aus Regensburg, welchen Kurfürst Maximilian den „Livium Bavariae“ genannt haben soll, weil er eine umfangreiche Chronik Bayerns verfaßte. Stets scheinen die bayerischen Fürsten dem Kloster wohlgewogen gewesen zu sein; es wird da von manchen Freiheiten und Schenkungen erzählt. So hat im Jahre 1443 Herzog Albrecht den Salzfuhren des Klosters von München aus Zollfreiheit gewährt. Trotz

alledem schien es Schuldenlast noch schwer zu drücken, da Propst Wolfgang Hof und Schweige zu Schleißheim an Herzog Wilhelm V. zur Tilgung derselben verkaufte. Auch noch früher mag das Geld im Kloster nicht besonders reichlich gewesen zu sein, weil 1433 von Propst Uldaricus III. berichtet wird, daß er „aus allzu großer Gespärrlichkeit gegen sein Klostergesind, welches alljährlich die Bildniß Christi gegen geringen Vergelt aufzuziehen pflegte, solches Geldtlein zu ersparen, selbst allein an das Werk Hand gelegt habe, seihe aber jählings herab vnd zu todt gefallen".

Im Dorfe selbst sind neben dem reizvollen, ehemaligen Prälatengebäude, jetzt Schulhaus, das inmitten eines Blumengartens liegt, noch einige alte Holzhäuser erhalten, von denen jenes aus der Renaissancezeit, gegenüber dem Einfahrtsportale zum Schlosse, besonders Erwähnung verdient und hoffentlich erhalten bleibt.

In Seeshaupt, dem letzten Ort am westlichen Ufer, entzückt uns die reizende spätgotische Fischersäule, die laut Inschrift von den Fischern im Jahre 1520 errichtet wurde. Die vier Füllungen werden, den Spuren der Löcher nach zu urteilen, bemalte eiserne Tafeln enthalten und oben wird einst ein Kreuz oder sonstiges Abzeichen die

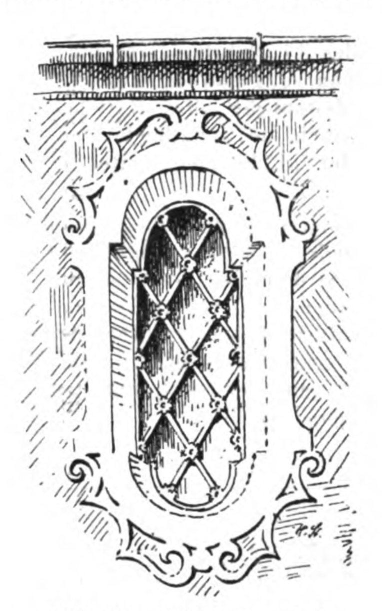


Abb. 12. *Schloß Bernried.*
Umrahmung der Fenster von der Gruftkapelle (abgebrochen).

Säule geschmückt haben. Leider ist dieselbe sehr lädiert, so daß eine pietätsvolle Restaurierung und ein größerer Schutz vor der Umgebung sehr am Platze wäre (Abb. 13).

Im Jahre 1805 wütete in dem Orte ein großer Brand, dem nicht nur die Kirche, die vor vier Jahren umgebaut und erweitert wurde, zum Opfer fiel, sondern auch nicht weniger denn 28 Holzhäuser ein Raub der Flammen wurden.

Gleiches Schicksal traf auch das anmutige Kirchlein von St. Heinrich, welches vor sieben Jahren abbrannte. An der Spitze des Ostufers gegenüber Seeshaupt gelegen, war diese Kirche ein ehemals vielbesuchter Wallfahrtsort, gegründet im 12. Jahrhundert von Heinrich, einem frommen Einsiedler, dessen Gedenkstein im Fußboden der Kirche eingelassen ist. 1434 trat an Stelle des kleinen Holzbaues eben jene abgebrannte Kirche, welche wenige Jahrzehnte später Herzog Albrecht IV. samt allen Rechten, Zubehör und Grundbesitz dem Kloster Benediktbeuern verschrieb. Bei dem Umbau in der Barockzeit beließ man den gotischen Chor in unveränderter Weise; dem dreijochigen Schiffe gab man ein ellipsenförmiges Tonnengewölbe, dessen Gurtbögen und Felder sich auf reiche dorische Kapitäle mit kräftigem Gebälke stützen. Der Turm an der Giebelseite, welcher die Treppe zur Orgelempore und Dachboden aufnimmt, steht nur $^{1}/_{2}$ m vor, der größte Teil ist ins Schiff eingerückt, so daß es

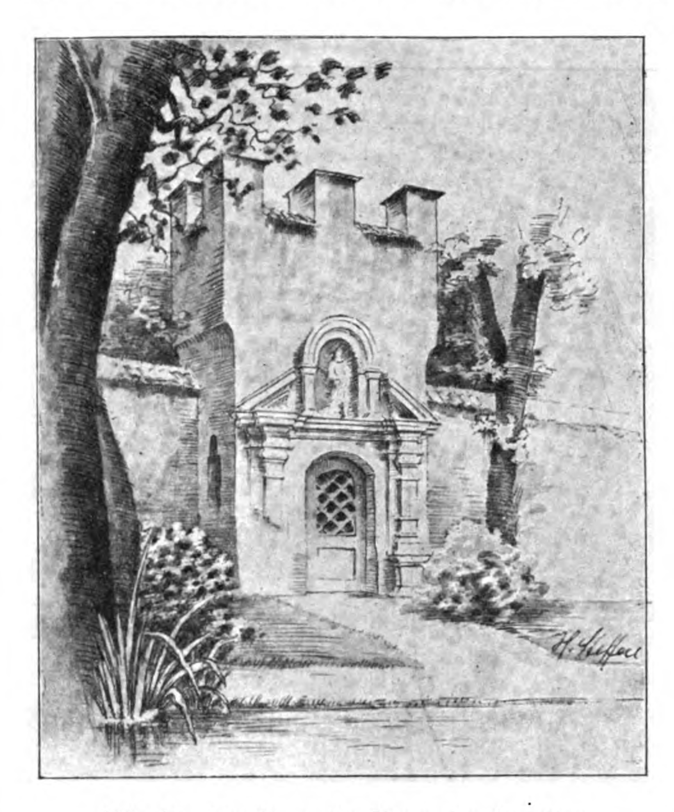


Abb. 11. *Kapelle an der Mauer des ehemaligen Klosters in Bernried.*

scheint, als wenn er aus dem Dache herauswüchse. Unter demselben befindet sich der Haupteingang mit kleiner Vorhalle; auch Nebenpforte und Sakristeitür zeigen ähn-

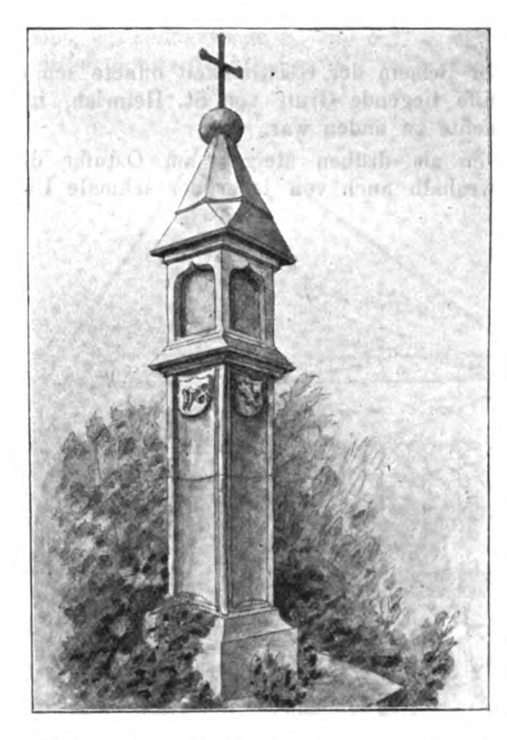


Abb. 13. *Die alte Fischersäule in Seeshaupt.*

liche Vorbauten, was insgesamt höchst malerische Wirkung ergibt. (Abb. 14.)

Vor zwei Jahren wurde die Kirche durch Verfasser dieses nach seinen vor und nach dem Brande gemachten

Aufnahmen vom Königlichen Landbauamte, München, in alter Weise aufgebaut und bildet nun wieder wie vorher eine Zierde des anmutigen Dörfchens.



Abb. 14. *Kirche und Gasthaus St. Heinrich.*

Unter Beisein der Geistlichkeit öffnete ich die unter dem Schiffe liegende Gruft von St. Heinrich, in welcher jedoch nichts zu finden war.

Steiler als drüben steigen am Ostufer die Hügel empor, weshalb auch von jeher der schmale Uferstreifen

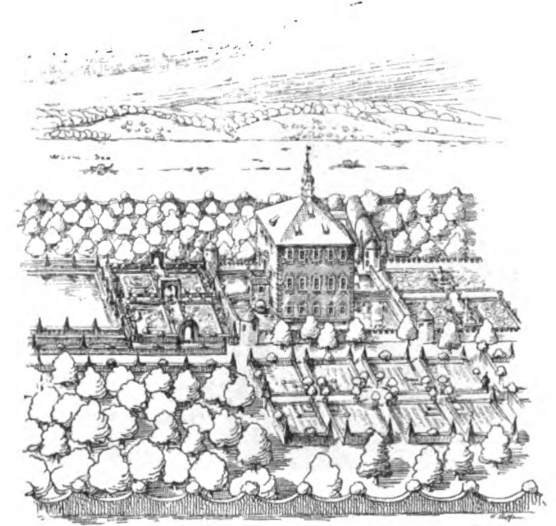


Abb. 15. *Schloß Berg im 17. Jahrhundert.*

zu größeren Ansiedelungen weniger geeignet war, doch findet man auch hier verschiedene Schloßbauten, deren Ursprungsalter sich mit dem der Schwestern vom anderen Ufer getrost messen kann. Von den Anhöhen winken kleine Kirchen herab, als erste jene zu Holzhausen, oberhalb Ambachs.

Wer mag sie wohl gepflanzt haben, die uralte Linde, hinter deren weitverzweigten Aesten das weiße Kirchlein hervorschaut? Lag ein festlicher Anlaß vor oder sammelten sich unter ihr die Manen mit ernstem Gesicht zum heimlichen Gerichte! Wer weiß es noch? Ein rechter Künstler war es aber, der das kleine Gotteshaus gerade an diesen aussichtsreichen Platz setzte, Natur und Kunst vermählend zu köstlichem Zweiklange.

Ein reizendes Empiregitter zwischen kuppelbekrönten Postamenten vermittelt den Eingang zum stillen Friedhof, dessen verfallene Grabhügel manch zierlich geschmiedetes Eisenkreuzlein schmückt. Leider hat man bei Renovierung der Mauer den ursprünglichen Ziegelbelag entfernt und durch geschmacklose, grellrote Falzziegel ersetzt. Bei solch selten köstlichem Stimmungsbild, wie es das Kirchlein mit seiner Umgebung bildet, sollte aber selbst die kleinste störende Veränderung sorgsam vermieden werden. Das Kirchlein selbst, ein Bau aus mittelalterlicher Zeit mit gedrungenem, bei halber Höhe in ein Achteck übergehendem Turme, von der charakteristischen Zwiebelkuppel bekrönt, erhielt Ende des 17. Jahrhunderts die bekannte Barockdekoration; denn so gründlich wie diese Periode ordnete keine andere Zeitepoche alles Bestehende ihrem Szepter unter, darum auch die auffallende Uebereinstimmung der Architektur aller kirchlichen Bauten an den Ufern des Sees.

Schloß Ammerland, ein Stündchen uferabwärts, macht so recht den Eindruck eines behaglichen Edelsitzes. Sicher und fest steht es dicht am Gestade. Ein viereckiger Bau mit grünen Läden und hohem Dache, aus welchem die niederen Kuppeltürme herauswachsen, ist es von der Straße aus wie ein Dornröschenschloß durch hohe Bäume und dichtes Gezweig ganz versteckt, nur dem klaren See offenbart es sein freundlich Bild.

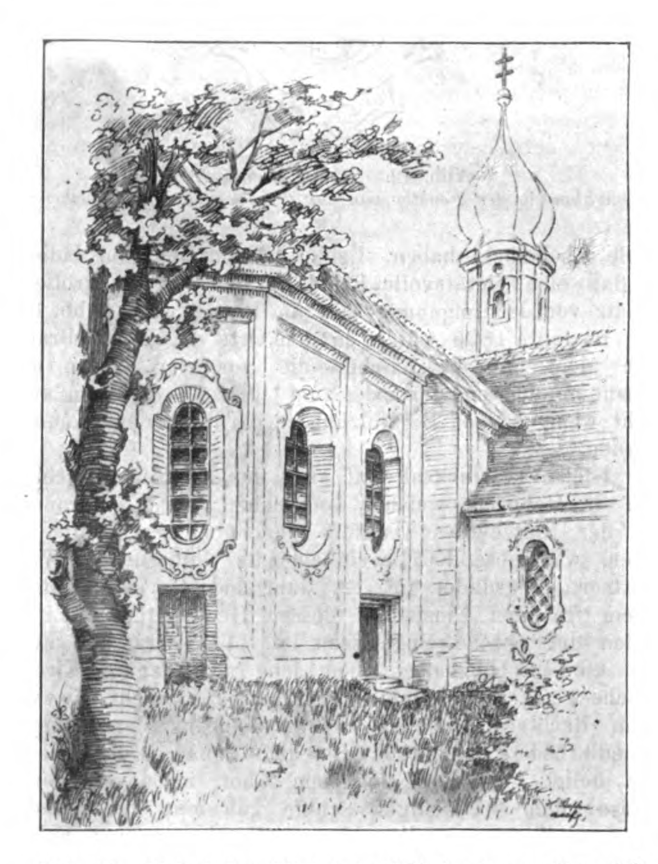


Abb. 16. *Malerischer Winkel im Schloßgarten zu Bernried. Links Kirche zu U. L. Frauen, rechts anschließend Gruftkapelle.*

Ueber Allmannshausen, einem einfachen Edelsitze aus dem 16. Jahrhundert und Leoni, dessen Schlößchen mit herrlicher Seeterrasse — jetzt Gastwirtschaft — Anfang des 19. Jahrhunderts errichtet, durch Aufbau eines Stockwerkes usw. später ganz modernisiert, erreicht man nach Durchwandern des herrlichen Königlichen Parkes Schloß Berg, als Schauplatz der erschütternden Königstragödie wohl in aller Welt bekannt. Vor mir liegt ein altes Bild, das zeigt den Bau von einst. Da steigt (wie Abb. 15 zeigt) das viereckige Schloß direkt aus dem von Ringmauern umgebenen Wallgraben empor, ein Dachreiter krönt das hohe Dach, Malereien umrahmen die Fenster und zu beiden Seiten führen Brücken übers Wasser in die auffallend kunstvoll gestalteten Gärten mit den zierlich verschnittenen Hecken, Lauben, Teppichbeeten und reichen Wasserkünsten. Es ist köstliche Gartenarchitektur, wie man sie jetzt wieder zu neuem Leben zu erwecken versucht!

In vorgenannter Gestalt wurde das Schloß 1640 vom Freiherrn von Hörwarth erbaut, kam aber schon 1676 in den Besitz des Kurfürsten Ferdinand Maria, der die Gärten, gleich denen des Starnberger Lusthauses, nach seinem Geschmacke ausgestaltete.

Hinüber und herüber trugen die prächtigen Schiffe schöne Damen und galante Kavaliere neuen Genüssen entgegen; waren sie dort des Spieles satt, begannen sie es hier von neuem, als rechte Sonnenkinder jener lebfrohen Zeit!

An dem in der zweiten Hälfte vorigen Jahrhunderts modernisiertem jetzigen Schlosse läßt sich noch gut die Disposition des früheren Baues erkennen.

Von Aufkirchen, dem oberhalb Bergs auf der Höhe gelegenem Dörfchen mit kleinem Kirchlein überfliegt der Blick noch einmal weithin den See. Schloß Starnberg grüßt herüber und gleich schöngefaßten Perlen reihen sich die Dörfer mit ihren Kirchen und Schlössern die grünen Ufer entlang.

Ueber Trägheitsmomente.

Von Professor Ramisch (Breslau).

I.

Das Trägheitsmoment eines Vierecks in bezug auf eine in der Ebene des Vierecks liegende Schwerachse findet man wie folgt: Man bilde in Abb. 2 den Schnittpunkt M der Verbindungslinien der Gegenseiten und fälle von ihm

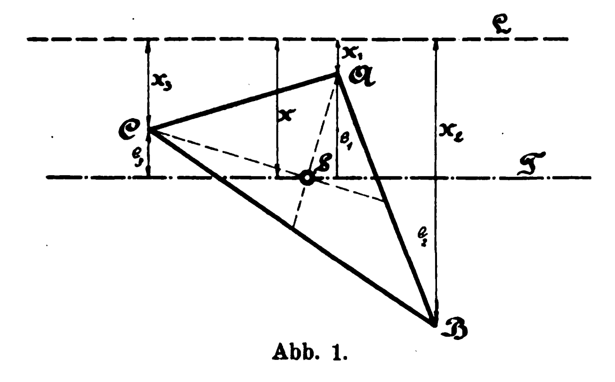


Abb. 1.

sowie von den vier Eckpunkten A, B, C und D des Vierecks Senkrechte zu der beliebigen in der Ebene des Vierecks liegenden Schwerachse ST, wobei S der Schwerpunkt des Vierecks bedeutet. Die senkrechten Abstände der Eckpunkte und des Punktes M von ST bezeichne man mit x_1, x_2, x_3, x_4 und x. Ist F der Inhalt des Vierecks, so ist das betreffende Trägheitsmoment:

$$J = \frac{F}{12}\cdot(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 - 16\cdot x^2).$$

Um dies nachzuweisen, ist vorerst nötig, das Trägheitsmoment eines Dreiecks ABC in bezug auf eine in seiner Ebene liegende Achse L in Abb. 1 zu ermitteln. Man bilde in Abb. 1 die Abstände der drei Ecken und des Schwerpunktes des Dreiecks von L und nenne sie der Reihe nach x_1, x_2, x_3 und x. Durch S lege man zu L die parallele ST, und bezeichne die Abstände der drei Eckpunkte des Dreiecks von ST mit e_1, e_2 und e_3, so ist das Trägheitsmoment des Dreiecks in bezug auf ST bekanntlich:

$$J_0 = \frac{F_0}{12}\cdot(e_1^2 + e_2^2 + e_3^2),$$

wobei F_0 der Inhalt des Dreiecks ist.

Nun ist $e_1 = x - x_1$, $e_2 = x_2 - x$ und $e_3 = x - x_3$, also ist auch:

$$J_0 = \frac{F_0}{12}\cdot((x - x_1)^2 + (x_2 - x)^2 + (x - x_3)^2).$$

Das Trägheitsmoment des Dreiecks in bezug auf L ist:

$$J' = J_0 + F_0\cdot x^2.$$

Daher hat man:

$$J' = \frac{F_0}{12}\cdot(3x^2 + x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 - 2x\cdot(x_1 + x_2 + x_3)) +$$

$+ F_0\cdot x^2$, oder auch, weil $3x = x_1 + x_2 + x_3$; bekanntlich ist:

$$1)\qquad J' = \frac{F_0}{12}\cdot(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + 9x^2).$$

In Abb. 2 ist das Viereck $ABDC$ mit dem Schwerpunkte S und der Schwerachse ST dargestellt. Durch die Diagonale BC ist es in zwei Teile zerlegt, und wir nennen F_1 den Inhalt des Dreiecks ABC und F_2 den Inhalt des Dreiecks BCD. Die Schwerpunkte dieser Dreiecke sind beziehungsweise S_1 und S_2. Man bilde die Abstände dieser Schwerpunkte von ST und bezeichne sie

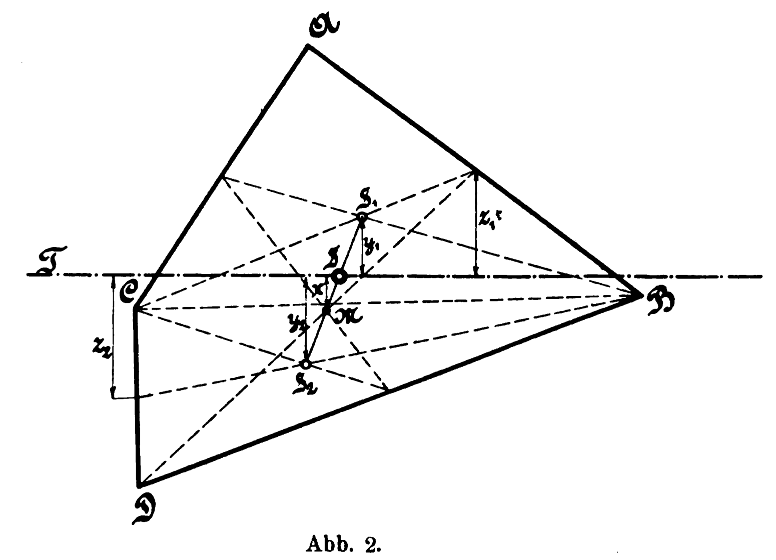


Abb. 2.

bezüglich mit y_1 und y_2. Es sind nun die Trägheitsmomente dieser Dreiecke in bezug auf ST nach Gl. 1), wenn x_1, x_2, x_3 und x_4 die Abstände der Punkte A, B, C und D von ST sind:

$$\frac{F_1}{12}\cdot(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + 9y_1^2) \text{ und}$$

$$\frac{F_2}{12}\cdot(x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + 9y_2^2).$$

Die Summe beider Trägheitsmomente ist das verlangte Trägheitsmoment des Vierecks. Es ist demnach:

$$J = \frac{1}{12}\cdot\{F_1\cdot(x_1^2+x_2^2+x_3^2+9y_1^2)+ + F_2\cdot(x_2^2+x_3^2+x_4^2+9y_2^2)\}.$$

Der Inhalt des Vierecks ist $F = F_1 + F_2$, und nach der Lehre vom Schwerpunkte hat man:

$$F\cdot y_1 = F_2(y_1+y_2)$$

und

$$F\cdot y_2 = F_1(y_1+y_2)$$

und daher erhält man:

$$J = \frac{F}{12(y_1+y_2)}\cdot\{(x_1^2+x_2^2+x_3^2+9y_1^2)\cdot y_2 + + (x_2^2+x_3^2+x_4^2+9y_2^2)\cdot y_1\},$$

d. h.

$$J = \frac{F}{12(y_1+y_2)}\cdot\{(x_1^2+x_2^2+x_3^2)y_2+(x_2^2+x_3^2+x_4^2)y_1 + + 9y_1y_2(y_1+y_2)\}.$$

Weiter ist bekanntlich:

$$y_1 = \frac{x_1-x_2-x_3}{3} \text{ und } y_2 = \frac{x_4+x_2+x_3}{3}$$

und hieraus folgt:

$$y_1+y_2 = \frac{x_1+x_4}{3}.$$

Wir erhalten jetzt:

$$J = \frac{F}{4(x_1+x_4)}\cdot\Big\{(x_1^2+x_2^2+x_3^2)\cdot\frac{x_4+x_2+x_3}{3} + + (x_2^2+x_3^2+x_4^2)\cdot\frac{x_1-x_2-x_3}{3} + (x_1-x_2-x_3)\cdot \cdot(x_4+x_2+x_3)\cdot\frac{x_1+x_4}{3}\Big\},$$

oder auch:

$$J = \frac{F}{12\cdot(x_1+x_4)}\cdot\{(x_1^2+x_2^2+x_3^2)(x_4+x_2+x_3) + + (x_2^2+x_3^2+x_4^2)(x_1-x_2-x_3) + + (x_1-x_2-x_3)(x_4+x_2+x_3)(x_1+x_4)\}.$$

Nach erfolgter Umformung dieses Ausdruckes entsteht:

$$J = \frac{F}{6\cdot(x_1+x_4)}\cdot(x_1^2\cdot x_3 + x_1^2\cdot x_2 + x_1^2\cdot x_4 + x_1\cdot x_4^2 - - x_2\cdot x_4^2 - x_3\cdot x_4^2 - x_1\cdot x_2\cdot x_3 - x_2\cdot x_3\cdot x_4).$$

Dieser Wert für J läßt sich in folgende Gestalt bringen:

$$J = \frac{F}{6(x_1+x_4)}\cdot\{x_1\cdot x_4\cdot(x_1+x_4)+x_3\cdot(x_1+x_4)(x_1-x_4)+ + x_2\cdot(x_1+x_4)(x_1-x_4) - x_2\cdot x_3\cdot(x_1+x_4)\},$$

oder auch:

$$J = \frac{F}{6}\cdot(x_1\cdot x_4 + x_3\cdot(x_1-x_4) + x_2(x_1-x_4) - x_2\cdot x_3),$$

d. h.

$$J = \frac{F}{6}\cdot(x_1\cdot x_4 + x_1\cdot x_3 - x_3\cdot x_4 + x_1\cdot x_2 - x_2\cdot x_4 - x_2\cdot x_3).$$

Es ist jedoch:

$$(x_1-x_2-x_3-x_4)^2 = x_1^2+x_2^2+x_3^2+x_4^2 - 2x_1\cdot x_2 - - 2x_1\cdot x_3 - 2x_1\cdot x_4 + 2x_2x_3 + 2x_2\cdot x_4 + 2x_3\cdot x_4,$$

also hat man:

$$2\cdot(x_1\cdot x_4 + x_1\cdot x_3 - x_3\cdot x_4 + x_1\cdot x_2 - x_2\cdot x_4 - x_2\cdot x_3) = = (x_1^2+x_2^2+x_3^2+x_4^2 - (x_1-x_2-x_3-x_4)^2),$$

und das Trägheitsmoment des Vierecks hat jetzt die Form:

$$J = \frac{F}{12}\cdot(x_1^2+x_2^2+x_3^2+x_4^2 - (x_1-x_2-x_3-x_4)^2).$$

Fällt man von den Mitten von AB und CD die Lote auf ST und bezeichnet die Abstände dieser Mitten von ST mit z_1 bzw. z_2, so ist

$$z_1 = \frac{x_1-x_2}{2} \text{ und } z_2 = \frac{x_3+x_4}{2}.$$

Die Verbindungslinie dieser Mittelpunkte enthält bekanntlich M und wird durch diesen Punkt halbiert.

Es ist $$x = \frac{z_2-z_1}{2},$$

wobei, wie schon erwähnt, x der Abstand des Punktes M von ST ist. Aus den drei letzten Gleichungen entsteht:

$$x = -\frac{x_1-x_2-x_3-x_4}{4}$$

und jetzt hat man endlich:

$$2)\qquad J = \frac{F}{12}\cdot(x_1^2+x_2^2+x_3^2+x_4^2 - 16\cdot x^2).$$

Anwendung. Das Viereck ist ein Trapez mit den parallelen Seiten a und b und der Höhe h, so ist $x_1 = x_2$ und $x_3 = x_4$, wenn die Schwerachse zu den Seiten a und b parallel liegt. Es entsteht daher für das Trapez:

$$J = \frac{F}{6}\cdot(x_1^2+x_3^2 - 8x^2),$$

da $$x_1 = \frac{h}{3}\cdot\frac{2b+a}{a+b},\ x_3 = \frac{h}{3}\cdot\frac{2a+b}{a+b},$$

und $$x = x_1 - \frac{h}{2} = \frac{h}{6}\cdot\frac{b-a}{b+a}$$

ist. So erhält man:

$$J = \frac{1}{12}(a+b)\cdot h\cdot\Big\{\frac{h^2}{9}\cdot\Big(\frac{2b+a}{a+b}\Big)^2 + \frac{h^2}{9}\cdot\Big(\frac{2a+b}{a+b}\Big)^2 - - 8\cdot\frac{h^2}{36}\Big(\frac{b-a}{b+a}\Big)^2\Big\},$$

oder auch:

$$J = \frac{h^3}{108}\cdot\frac{(2b+a)^2+(2a+b)^2-2(b-a)^2}{a+b}$$

und schließlich nach kleiner Umformung:

$$J = \frac{h^3}{36}\cdot\Big(a+b+\frac{2ab}{a+b}\Big).$$

Um für vierseitige Pyramiden und Prismen die Massenträgheitsmomente in bezug auf beliebige Schwerachsen ermitteln zu können, ist nötig das Trägheitsmoment eines Vierecks für eine beliebige räumliche, d. h. eine nicht in der Ebene des Vierecks liegende Schwerachse. Es soll nunmehr dieses Trägheitsmoment gefunden werden.

Man denke sich durch diese Schwerachse die Ebene senkrecht zur Ebene des Vierecks gelegt. Beide Ebenen schneiden sich in einer Geraden. Von den Eckpunkten des Vierecks fälle man die Lote zu der Geraden und ebenso vom Punkte M. Die Projektion der Punkte A, B, C, D und M auf dieser Geraden bezeichne man mit A', B', C', D' und M', so ist nach Gl. 2) das Trägheitsmoment des Vierecks in bezug auf die Schnittlinie beider Ebenen:

$$J_1 = \frac{F}{12}(\overline{AA'}^2 + \overline{BB'}^2 + \overline{CC'}^2 + \overline{DD'}^2 - 16\,\overline{MM'}^2).$$

Das Trägheitsmoment des Vierecks in bezug auf eine zu dieser Schnittlinie senkrechten und in der Ebene des Vierecks liegenden Geraden ist:

$$J_2 = \frac{F}{12}(\overline{SA'}^2 + \overline{SB'}^2 + \overline{SC'}^2 + \overline{SD'}^2 - 16\,\overline{SM'}^2).$$

In S errichte man zur Ebene des Vierecks das Lot, und nenne α den Winkel, welchen es mit der räumlichen Schwerachse bildet, so ist das verlangte Trägheitsmoment des Vierecks bekanntlich

$$J = J_1 + J_2\cdot\cos^2\alpha.$$

Man errichte weiter in A', B', C', D' und M' Senkrechte zur Ebene des Vierecks, die die räumliche Schwerachse in A'', B'', C'', D'' und M'' schneiden, so ist $\overline{A'A''} = \overline{SA'}\cos\alpha$, $\overline{B'B''} = \overline{SB'}\cdot\cos\alpha$, $\overline{C'C''} = \overline{SC'}\cos\alpha$, $\overline{D'D''} = \overline{SD'}\cos\alpha$ und $\overline{M'M''} = \overline{SM'}\cdot\cos\alpha$.

Hierdurch entsteht:

$$J = \frac{F}{12}\cdot\{(\overline{AA'}^2 + \overline{A'A''}^2) + (\overline{BB'}^2 + \overline{B'B''}^2) + (\overline{CC'}^2 + \overline{C'C''}^2) + (\overline{DD'}^2 + \overline{D'D''}^2) + (\overline{MM'}^2 + \overline{M'M''}^2)\}.$$

Man ziehe $\overline{AA''}$, $\overline{BB''}$, $\overline{CC''}$, $\overline{DD''}$ und MM''.

Diese Verbindungslinien, welche, wie sich nachweisen läßt, senkrecht zur räumlichen Schwerachse stehen, benenne man mit x_1, x_2, x_3, x_4 und x, so ist:

$$x_1^2 = \overline{AA'}^2 + \overline{A'A''}^2$$

$$x_2^2 = \overline{BB'}^2 + \overline{B'B''}^2$$

$$x_3^2 = \overline{CC'}^2 + \overline{C'C''}^2$$

$$x_4^2 = \overline{DD'}^2 + \overline{D'D''}^2$$

und

$$x^2 = \overline{MM'}^2 + \overline{M'M''}^2.$$

Hierdurch entsteht:

$$J = \frac{F}{12}\cdot(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 - 16\,x^2).$$

Es hat demnach die im Anfange unseres Aufsatzes mitgeteilte Formel für das Trägheitsmoment eines Vierecks eine allgemeinere Bedeutung, denn sie gilt auch dann, wenn die Schwerachse nicht mehr in der Ebene, sondern im Raume liegt.

Hat der Schwerpunkt S von A, B, C, D und M die Abstände g_1, g_2, g_3, g_4 und g, so ist, weil $\alpha = 0^0$ ist, das polare Trägheitsmoment für den Schwerpunkt

$$J_p = \frac{F}{12}\cdot(g_1^2 + g_2^2 + g_3^2 + g_4^2 - 16\,g^2).$$

II.

Im vorigen Abschnitte haben wir das Trägheitsmoment eines Dreiecks für eine beliebige in der Ebene des Dreiecks liegende Achse gefunden. Haben die Eckpunkte des Dreiecks und der Schwerpunkt desselben von der Achse die Abstände x_1, x_2, x_3 und x, so ist, wenn F der Inhalt des Dreiecks ist:

$$J = \frac{F}{12}\cdot(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + 9\,x^2).$$

Von dieser Formel machen wir weitere Anwendungen.

Es mögen in der Ebene beliebig viele Dreiecke sich befinden, deren Inhalte F', F'', F''' usw. sein sollen. In dieser Ebene soll sich noch eine beliebige Achse L befinden. Die Abstände der Eckpunkte und Schwerpunkte dieser Dreiecke von L sollen beziehungsweise sein: (x_1', x_2', x_3' und x'), (x_1'', x_2'', x_3'' und x''), (x_1''', x_2''', x_3''' und x''') usw.

Es ist dann das Trägheitsmoment der Summe aller Dreiecke in bezug auf L:

$$J = \frac{1}{12}\cdot\{F'\,(x_1'^2 + x_2'^2 + x_3'^2 + 9\,x'^2) + F''\cdot(x_1''^2 + x_2''^2 + x_3''^2 + 9\,x''^2) + F'''\cdot(x_1'''^2 + x_2'''^2 + x_3'''^2 + 9\,x'''^2)\} \text{ usw.},$$

wofür wir kurz schreiben können:

$$J = \frac{1}{12}\,\Sigma\,(F\cdot(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + 9\,x^2)).$$

Diese Formel läßt sich namentlich gut verwerten zur Bestimmung des Trägheitsmomentes einer ebenen Figur für eine beliebige in der Ebene derselben befindlichen Achse. Ist die Figur von krummen Linien begrenzt, so ersetze man sie durch gerade Linien und findet angenähert dafür das Trägheitsmoment. Zur Lösung der Aufgabe wird man am vorteilhaftesten einen Punkt auf L annehmen und mit den Ecken der Figur verbinden, wodurch die Figur in lauter Dreiecke zerlegt ist. Haben zwei benachbarte Eckpunkte die Abstände y_1 und y_2 von L, so hat der Schwerpunkt des Dreiecks mit diesen Ecken von L der Abstand $\frac{y_1 + y_2}{3}$, und nennt man F_0 den Inhalt dieses Dreiecks, so ist sein Trägheitsmoment

$$J_0 = \frac{F_0}{12}\cdot(y_1^2 + y_2^2 + (y_1 + y_2)^2),$$

d. h.

$$J_0 = \frac{F_0}{6}\cdot(y_1^2 + y_2^2 + y_1\cdot y_2),$$

so daß sich nunmehr für das Trägheitsmoment der ganzen Figur in bezug auf L ergibt:

$$J = \frac{1}{6}\,\Sigma\,(F_0\cdot(y_1^2 + y_2^2 + y_1\cdot y_2)),$$

wobei sich die Summe auf sämtliche Dreiecke erstreckt.

Man kann z. B. mit dieser Formel sehr leicht das Trägheitsmoment eines Kreises in bezug auf seinen Durchmesser d finden. Es ist dann, wenn $d\varphi$ der Winkel eines unendlich schmalen Bestimmungsdreiecks ist,

$$F_0 = \frac{1}{2}\cdot\frac{d^2}{4}\cdot d\varphi$$

und $y_1 = y_2$, also hat man zunächst

$$J = \frac{1}{6}\cdot\int_0^{2\pi}\frac{1}{2}\cdot\frac{d^2}{4}\cdot d\varphi\cdot 3\,y^2 = \frac{d^2}{16}\int_0^{2\pi} y^2\cdot d\varphi.$$

Weiter ist $y = \frac{d}{2}\cdot\sin\varphi$, und es entsteht:

$$J = \frac{d^2}{64}\int_0^{2\pi} d\varphi\cdot\sin^2\varphi.$$

Dieses Integral ist bekanntlich gleich π, demnach ist das verlangte Trägheitsmoment des Kreises:

$$J = \frac{\pi}{64}\,d^4.$$

Auf ähnliche Weise wie vorhin kann man ableiten, daß die Formel für das Trägheitsmoment eines Dreiecks auch dann gilt, wenn die Achse, worauf sich das Trägheitsmoment beziehen soll, nicht nur in der Ebene, sondern beliebig im Raume liegt. Es bedeuten dann x_1, x_2, x_3 und x die Abstände der Eckpunkte und des Schwerpunktes des Dreiecks von der räumlichen Achse. Die Formel kann daher auch verwendet werden zur Bestimmung des Trägheitsmomentes eines im Raume beliebig zerstreut liegenden Systemes von Dreiecken in bezug auf eine beliebig im Raume liegende Achse. Ferner kann man sie verwenden zur Ermittelung des Trägheitsmomentes der von ebenen Flächen begrenzten Oberfläche eines Körpers in bezug auf eine willkürlich im Raume liegende Achse. Sind die Begrenzungsflächen Polygone, so muß man sie zunächst in Dreiecke verwandeln, und ist der Körper von krummen Flächen begrenzt, so zerlege man diese angenähert in Dreiecke, so daß man angenähert das Trägheitsmoment der Oberfläche in bezug auf die willkürliche im Raume liegende Achse ermitteln kann. Für mathematisch festgelegte Oberflächen wird man durch den höheren Kalkül genau die Trägheitsmomente in bezug auf willkürlich im Raume liegende Achsen berechnen können.

Um die Trägheitsmomente von Körpern in bezug auf willkürlich im Raume liegende Achsen zu bestimmen, soll zunächst das Trägheitsmoment einer dreiseitigen Pyramide in bezug auf eine beliebige Achse L ermittelt werden.

Es sei M die Masse dieser Pyramide. Man lege durch den Schwerpunkt S des Körpers zu L die parallele Schwerachse und nenne x_1, x_2, x_3 und x_4 die Abstände der Pyramideneckpunkte von dieser Schwerachse, so ist in bezug auf diese das Trägheitsmoment des Körpers bekanntlich:

$$J = \frac{M}{20}\cdot(x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2).$$

Die Eckpunkte des Körpers nennen wir A, B, C und D und deren Projektionen auf der Schwerachse A', B', C' und D', so daß $\overline{AA'} = x_1$, $\overline{BB'} = x_2$, $\overline{CC'} = x_3$ und $\overline{DD'} = x_4$ ist. Der Schwerpunkt S soll von L den Abstand x haben. Es ist dann x zugleich der Abstand der Schwerachse von L. Von A', B', C' und D' fälle man Senkrechte auf L und nenne ihre Fußpunkte der Reihe nach A'', B'', C'' und D'', so ist $\overline{A'A''} = \overline{B'B''} = \overline{C'C''} = \overline{D'D''} = a$. Das Trägheitsmoment des Körpers in bezug auf L ist nun bekanntlich:

$$J_1 = J + M \cdot a^2$$

oder auch mit Rücksicht auf den Wert für J:

$$J_1 = \frac{M}{20} \cdot (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + 20 \cdot a^2),$$

oder: $$J_1 = \frac{M}{20} \cdot \{(x_1^2 + a^2) + (x_2^2 + a^2) + (x_3^2 + a^2) + (x_4^2 + a^2) + 16\,a^2\}.$$

Man ziehe jetzt $\overline{AA''}$, $\overline{BB''}$, $\overline{CC''}$ und $\overline{DD''}$, so erkennt man, daß die Schwerachse und L senkrecht liegen zu den Ebenen $AA'A''$, $BB'B''$, $CC'C''$ und $DD'D''$. Wir setzen $\overline{AA''} = y_1$, $\overline{BB''} = y_2$, $\overline{CC''} = y_3$ und $\overline{DD''} = y_4$, und es ist bemerkenswert, daß y_1, y_2, y_3 und y_4 die senkrechten Abstände der Punkte A, B, C und D von der Achse L sind. Man projiziere weiter die Punkte A, B, C und D auf diejenige Ebene, woraus sich L und die Schwerachse befinden, und nenne die Projektionen der Reihe nach A''', B''', C''' und D'''. Diese Punkte liegen offenbar auf den Verlängerungen von $A'A''$, $B'B''$, $C'C''$ und $D'D''$. Nun macht man sich die Vorstellung, daß die Punkte A, B und C auf der einen Seite der Ebene liegen, die L und die Schwerachse enthält, und D auf der anderen Seite, so wird man erkennen, daß, wenn man $\overline{A'A'''}$ mit z_1, $\overline{B'B'''}$ mit z_2, $\overline{C'C'''}$ mit z_3 und $\overline{D'D'''}$ mit z_4 bezeichnet,

$$z_1 + z_2 + z_3 = z_4$$

ist. Nach dem allgemeinen Pythagoras hat man nun:

$$y_1^2 = a^2 + x_1^2 \pm 2\,a \cdot z_1$$
$$y_2^2 = a^2 + x_2^2 \pm 2\,a z_2$$
$$y_3^2 = a^2 + x_3^2 \pm 2\,a z_3$$

und $$y_4^2 = a^2 + x_4^2 \mp 2\,a z_4.$$

Die Doppelvorzeichen richten sich nach der Vorstellung, wie man sich das Gesamtgebilde gedacht hat. Addiert man die Gleichungen, so entsteht:

$$y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 = (x_1^2 + a^2) + (x_2^2 + a^2) + (x_3^2 + a^2) + (x_4^2 + a^2) \pm 2\,a\,(z_1 + z_2 + z_3 - z_4).$$

Da nun mit Rücksicht auf die vorhergehende Gleichung $z_1 + z_2 + z_3 - z_4 = 0$ ist, so entsteht:

$$J_1 = \frac{M}{20} \cdot \{y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 + 16\,a^2\}$$

und wie wir ausdrücklich bemerken, bedeuten y_1, y_2, y_3 und y_4 die Abstände der Eckpunkte und des Schwerpunktes der dreiseitigen Pyramide von der willkürlich liegenden Achse L.

Mit Hilfe dieser Formel ist man jetzt in der Lage, das Trägheitsmoment eines Systems von im Raume zerstreut liegenden dreiseitigen Pyramiden in bezug auf eine willkürliche Achse zu ermitteln. Namentlich kann man auch das Trägheitsmoment eines beliebigen Körpers in bezug auf eine willkürliche Achse bestimmen, wenn er von geradlinig begrenzten Figuren begrenzt ist, indem man den Körper in lauter dreiseitige Pyramiden zerlegt. Am vorteilhaftesten wird es sein, einen beliebigen Punkt der Achse zur gemeinschaftlichen Spitze sämtlicher dreiseitigen Pyramiden zu errichten. Man hat es mit einer Aufgabe der analytischen Geometrie zu tun, welche, wenn auch in vielen Fällen langwierig, doch sehr einfach ist.

Ist der Körper von krummen Flächen begrenzt, so zerlege man angenähert die Fläche in ebene Dreiecke, und kann so wenigstens angenähert das Trägheitsmoment ermitteln. Folgen die krummen Begrenzungen des Körpers mathematischen Gesetzen, so ist man mit Hilfe des höheren Kalküls stets in der Lage, das Problem genau zu lösen.

In einem künftigen Aufsatze sollen Trägheitsmomente von technisch wichtigen Körpern in bezug auf willkürliche Schwerachsen ermittelt werden.

Befestigung der Fenster- und Torflügel.

Von Geh. Baurat C. Wilcke in Zoppot.

Von den vielen bekannten Sicherungen der Tor- und Fensterflügel gegen Einbruch bzw. Winddruck bedürfen nur die Stellstangen eines Festigkeitsnachweises. Die mehr oder minder wichtige Befestigung dieser Stützvorrichtung beeinflußt die Haltbarkeit der Flügelbeschläge; daher verfolgen die vorliegenden Rechnungen einen praktischen Zweck. Diese Stützen oder Stellstangen dienen zur Befestigung von geöffneten, nach außen aufschlagenden Fensterflügeln, während die Torflügel solche nur nötig haben, wenn sie geschlossen und dem Winde in voller Breite ausgesetzt sind. In beiden Fällen führen die Stellstangen den auf die Flügel wirkenden Druck festen Innenpunkten zu.

a) Fenster-Stellstangen.

Zur Befestigung der nach innen gehenden Fensterflügel sind die verschiedensten Vorrichtungen in Gebrauch, dagegen kommen für die nach außen zu öffnenden Flügel hauptsächlich die erwähnten Stellstangen AB (Abb. 1) zur Anwendung. Diese sind bei B mit einem Ringe in fester Verbindung, während sie bei A zu einem Haken gekrümmt sind, welcher in eine am Fensterflügel befindlichen Oese eingefügt werden kann. Je näher die beiden Punkte A und B dem Drehpunkte C liegen, desto kürzer wird zwar die Länge der Stellstange $AB = l$, desto ungünstiger wird aber die Befestigungsstelle C beeinflußt. Sehr häufig wird dann bei heftigem Sturm der Beschlag, das Winkelband, beschädigt und mitunter vollständig abgerissen, besonders wenn der Abstand $AC = c$ zu gering bemessen ist.

Dreht sich der Flügel nach links, so erhält die Stellstange durch den von rechts kommenden Wind eine **Zugkraft**. Der von links den Fensterflügel treffende Wind ruft dagegen eine **Druckkraft** in der Stellstange hervor. Ist b die Breite eines Fensterflügels, wird dieser um den Winkel α gedreht, so ist der auf die schräge Fläche wirkende Winddruck, nach Abb. 1:

1) $$W = wf \sin\alpha^2,$$

wenn w den Druck auf die Flächeneinheit, $w = 100\ \mathrm{kg/qm}$, und f die Fläche des Fensterflügels bedeuten. Die lotrecht auf die Fensterfläche wirkende Seitenkraft ist:

2) $$W = wf \sin\alpha^3.$$

Die Kraft, welche von der Stellstange aufgenommen wird, beträgt:

3) $$K = \frac{W}{\cos\beta} = \frac{w \cdot f \sin\alpha^3}{\cos\beta}.$$

Der Angriffspunkt B der Stellstange liegt zweckmäßig möglichst in der Mitte des Fensterflügels. Ist c im Ver-

hältnis zur Länge b klein, so wirkt in dem Drehpunkt C im Auflagerdruck, welcher, wie bereits bemerkt, bestrebt ist, den Beschlag des Fensters loszureißen. Dieser Druck wird zu Null, wenn $c = \frac{b}{2}$ ist. Der Punkt A ist so zu wählen, daß weder die Länge l noch die Kraft K zu groß wird. Diese wird am kleinsten, wenn $\beta = 0$, mithin $K = W$ wird und die Stellstange stets rechtwinkelig zur Fensterfläche steht. Die Länge l wird dann aber zu groß.

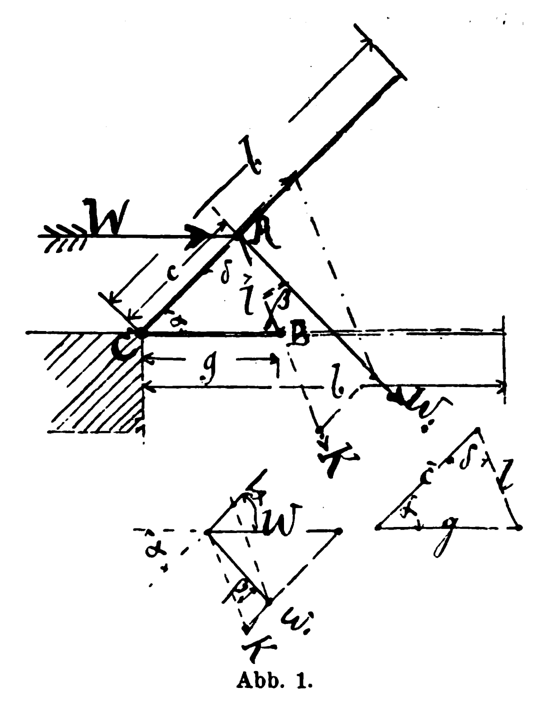


Abb. 1.

Zur Durchführung der Rechnung wurde $g = c = 0{,}4\, b$ angenommen und ferner vorausgesetzt, daß der Winddruck in dem Punkte B angreift, obgleich dies eigentlich für die Mitte des Fensters zutrifft.

Die Länge der Stellstange wird:

$l^2 = c^2 + g^2 - g c \cos\alpha$ oder für $g = c = 0{,}4\, b$ und $b = 50^{\text{cm}}$.

4) $l = b \sqrt{0{,}32\,(1 - \cos\alpha)} = 28{,}2845 \sqrt{1 - \cos\alpha}$.

Für den Winkel β folgt:

$$g^2 = c^2 + l^2 - 2 g c \cos\delta$$

und ergibt sich nach Einsetzung des Wertes von g^2:

5) $$\cos\delta = \frac{c^2 - g\cos\alpha}{l} = \sin\beta \text{ oder:}$$

$$\sin\beta = \frac{c - g\cos\alpha}{b\sqrt{0{,}32}\sqrt{1 - \cos\alpha}} = \sqrt{0{,}125}\sqrt{1 - \cos\alpha};$$

mithin:

6) $\cos\beta = \sqrt{1 - 0{,}125\,(1 - \cos\alpha)} = 0{,}25\sqrt{2}\sqrt{7 + \cos\alpha}$.

Wird dieser Wert in Gl. 3) gesetzt, so folgt für die in der Stellstange wirkende Zugkraft:

7) $$K = \frac{2\sqrt{2}\cdot w f \cdot \sin\alpha^3}{\sqrt{7 + \cos\alpha}}.$$

Der größte Wert dieser Gleichung ergibt sich, wenn die erste Abgeleitete:

8) $(f) = 42\cos\alpha + 6\cos\alpha^2 - \sin\alpha^2 = 0$

wird.

Zur Auflösung dieses Ausdruckes durch die Newtonsche Näherungsformel ist der angenäherte Wert $\alpha = 89^0$ einzusetzen. Es folgt dann:

$(f) = 0{,}7330 + 0{,}0018 - 0{,}9997 = -0{,}2649$ (statt 0).

Aus Gl. 8) entsteht:

$(f_1) = -\sin\alpha\,(42 + 14\cos\alpha) = -42{,}185$ (für $\alpha = 89^0$).

Mithin ergibt sich der genügend genaue Wurzelwert:

$$\alpha = 89^0 - \frac{-0{,}2649}{-42{,}185} = 89^0 - 22' = 88^0\, 38'.$$

Also wird, wenn die Fläche des Fensterflügels $= 0{,}5 \cdot 1{,}6 = 0{,}8^{\text{qm}}$ und die Einheit des Winddruckes $W = 100\,^{\text{kg}}/_{\text{qm}}$ betragen:

$$K_{(gr)} = \frac{2\sqrt{2}\cdot 80\cdot\sin\alpha^3}{\sqrt{7 + \cos\alpha}} = 85{,}31^{\text{kg}}.$$

Für die Eisenmenge folgt, nach Gl. 4) und 7), wenn i die Inanspruchnahme des Eisens und Q die Fläche bedeutet:

9) $$C_b = \frac{Kl}{i} = Ql = \frac{1{,}6\cdot w f b\cdot\sqrt{1 - \cos\alpha}\cdot\sin\alpha^3}{i\cdot\sqrt{7 + \cos\alpha}}.$$

Der Höchstwert dieses Baustoffverbrauches ergibt sich, wenn die erste Abgeleitete dieser Gleichung zu Null wird:

$(1 - \cos\alpha)\,(21\cos\alpha + 3\cos\alpha^2 + \sin\alpha^2) = 0$

oder nach Umformung:

10) $(f) = \cos\alpha^3 + 9{,}5\cos\alpha^2 - 10\cos\alpha - 0{,}5 = 0$.

Für den Näherungswert $\alpha = 93^0$ entsteht aus der Gl. 10):

$$(f) = +0{,}04928 \text{ (statt 0)},$$

während:

$(f_1) = -3\cos\alpha^2\sin\alpha - 19\cos\alpha\cdot\sin\alpha + 10\sin\alpha$

$(f_1) = 10{,}9711$ (für $\alpha = 93^0$)

wird.

Der genügend genaue Wert ist dann:

$$\alpha = 93^0 - \frac{+0{,}04928}{+10{,}9711} = 93^0 - 0{,}00449$$

$\alpha = 92^0\, 45'$.

Nach Gl. 9) folgt daher die Eisenmenge, wenn die Inanspruchnahme $i = 800\,^{\text{kg}}/_{\text{qcm}}$ ist und die Breite des Fensterflügels $b = 50^{\text{cm}}$ beträgt:

$$C_b = 80\,\frac{\sqrt{1{,}04798}\cdot\sin\alpha^3}{\sqrt{6{,}95202}} = 3{,}87^{\text{cbcm}}.$$

Aus dem Querschnitte $Q = \frac{84{,}34}{800} = 0{,}105^{\text{qcm}}$ ergibt sich der Durchmesser:

$$d = \frac{\sqrt{4\cdot 0{,}105}}{\pi} = 0{,}37^{\text{cm}}.$$

Kommt der Wind von **links**, so entstehen in den Stellstangen Druckspannungen. Das hierzu erforderliche Trägheitsmoment ist durch die Formel:

11) $$J = m K l^2$$

bestimmt. Der Festwert m ist für Schmiedeeisen $= 3$, für Gußeisen $= 8$ und für Holz $= 100$. Durch Einsetzen der Gl. 4) und 7) entstehen für Schmiedeeisen:

12) $$J = 3 K l^2 = 1{,}92\sqrt{2}\cdot w f b^2\,\frac{\sin\alpha^3\,(1 - \cos\alpha)}{\sqrt{7 + \cos\alpha}},$$

und es erfolgt der Höchstwert für J, wenn die erste Abgeleitete von:

$$\frac{\sin\alpha^6\,(1 - \cos\alpha)^2}{7 + \cos\alpha}$$

zu Null wird, oder, wenn:

13) $$(f) = (7 + \cos\alpha)\left\{\frac{1}{1 - \cos\alpha} + \frac{3\cos\alpha}{\sin\alpha^2}\right\} + 0{,}5 = 0$$

ist. Für den Näherungswert $\alpha = 106^0$ entsteht aus Gl. 13):

$$(f) = -0{,}237 \text{ (statt 0)}$$

und folgt die erste Abgeleitete der Gl. 13):

14) $$(f_1) = (7 + \cos\alpha)\left[-\frac{\sin\alpha}{(1 - \cos\alpha)^2} - \frac{3\sin\alpha^2 + 6\cos\alpha^2}{\sin\alpha^3}\right] - \left[\frac{\sin\alpha}{1 - \cos\alpha} + \frac{3\cos\alpha}{\sin\alpha}\right]$$

$(f_1) = -24{,}808$ (für $\alpha = 106$).

Daher ergibt sich die genügend genaue Wurzel:

$$\alpha = 106 - \frac{-0{,}237}{-24{,}808} = 106 - 0{,}0099,$$

$$\alpha = 106^0 - 34' = 105^0\, 26'.$$

Nach Gl. 12) ist das größte Trägheitsmoment $J_{(gr)} = 0{,}02373$. Da die Belastung (Gl. 11) in ^{t} und die Länge in ^{m} ausgedrückt ist, so ist das Ergebnis von Gl. 12) durch 1000 und 100^2, also durch 10 000 000 zu teilen.

Die Gl. 12) ist ein Wert vierten Grades, die von dem Winkel α abhängige Querschnittsfläche wird:

$$15)\qquad Q = \sqrt{\frac{\sin\alpha^3\,(1-\cos\alpha)}{\sqrt{7+\cos\alpha}}}$$

ein Wert zweiten Grades, während der Inhalt $Cb = Ql$ eine Größe dritten Grades ist.

Es folgt:

$$C_b = Ql = \sqrt{\frac{\sin\alpha^3\,(1-\cos\alpha)}{\sqrt{7+\cos\alpha}}}\cdot\sqrt{1-\cos\alpha}$$

$$16)\qquad C_b = \sqrt{\frac{\sin\alpha^3\,(1-\cos\alpha)^2}{\sqrt{7+\cos\alpha}}}.$$

Für den Höchstwert ergibt sich:

$$(f) = (7+\cos\alpha)\left[\frac{2}{1-\cos\alpha} + \frac{3\cos\alpha}{\sin\alpha^2}\right] + 0{,}5 = 0.$$

Wird $\alpha = 114^0$ als Näherungswert angenommen, so folgt aus dieser Gleichung:

$(f) = 6{,}5933\,[1{,}4250 - 1{,}4621] + 0{,}5 = 0{,}2554$ (statt 0), während:

$$(f) = (7+\cos\alpha)\left\{-\frac{2\sin\alpha}{(1-\cos\alpha)^2} - \frac{3\cdot\sin\alpha^2 + 6\cos\alpha^2}{\sin\alpha^3}\right\} - \left[\frac{2\sin\alpha}{1-\cos\alpha} + 3\,\mathrm{cotg}\,\alpha\right] = -36{,}288$$

wird, so daß für den genügend genauen Wert der Wurzel entsteht:

$$\alpha = 114 - \frac{(f)}{(f_1)} = 114 - \frac{+0{,}2554}{-36{,}288} = 114 + 0{,}00704 = 114^0\,24'.$$

Nach Gl. 12) wird das Trägheitsmoment für diesen Winkel:

$$17)\qquad J = 0{,}02242$$

gegen den Höchstwert von 0,02372, wenn $\alpha = 105^0\,26'$.

Bei kreisförmigen Flächen folgt aus J der Querschnitt:

$$Q = \frac{d^2\pi}{4}$$

$$J = \frac{d^4\pi}{64} \text{ oder } d^2 = \sqrt{\frac{64\,J}{\pi}}, \text{ daher}$$

$$18)\qquad Q = \frac{d^2\pi}{4} = \frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{64\cdot J}{\pi}} = 2\sqrt{J\cdot\pi}.$$

Aus Gl. 17) ergibt sich der Querschnitt:

$$Q = \frac{d^2\pi}{4} = 2\sqrt{0{,}07046} = 0{,}531\,^{qcm};\ \text{also:}$$

$$d = \sqrt{\frac{4\,Q}{\pi}} \approx 0{,}82\,^{cm}.$$

Nach Gl. 4) wird die Länge

$$l = 50\cdot\sqrt{0{,}32}\cdot\sqrt{1{,}4037} = 36{,}41\,^{cm},$$

so daß für den Inhalt folgt:

$$C_b = Ql = 19{,}31\,^{cbcm}.$$

Das gleiche Ergebnis wird auch durch Einsetzung der Gl. 12) und 4) in Gl. 18) erhalten, indem die Formel:

$$19)\qquad C_b = \sqrt{\frac{0{,}0394\cdot\pi\cdot\sin\alpha^3}{\sqrt{7+\cos\alpha}}}\,(1-\cos\alpha)$$

sich bildet.

Im Vergleich zu diesem der Druckbelastung entsprechenden Durchmesser von $0{,}82^{cm}$ erfordert bei der **Inanspruchnahme auf Zug die Stellstange nach Ausweis der Gl. 10) eine Stärke von $0{,}37\,^{cm}$. Ist Druckbelastung vorhanden, so ist die Stellung des geöffneten Fensterflügels mit $\alpha = 114^0\,24'$ der größten Baustoffverwendung wegen ebenso zu vermeiden wie die Anordnung unter $\alpha = 105^0\,26'$ für das größte Trägheitsmoment.**

b) Stützen der Tore.

Für Tore sind entweder eine oder zwei Stützen vorhanden, und wird die Kraft P um so größer, je kleiner der Abstand b ist.

Abweichend von der Richtung des Windes bei Fenstern, welche gleichliegend mit der Hausfläche angenommen wurde, trifft hier der Wind senkrecht die geschlossene Torfläche.

Zunächst ist für die beiden Punkte A und B gleiche Höhenlage angenommen, so daß die Stütze l wagerecht liegt.

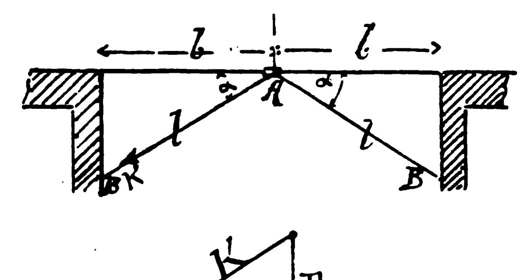


Abb. 2.

Mit Bezug auf Abb. 2 wird die Länge $l = \frac{b}{\cos\alpha}$, während für die Kraft $K = \frac{P}{\sin\alpha}$ sich ergibt. Für die schmiedeeiserne Stütze entsteht daher nach Gl. 11):

$$20)\qquad J = \frac{3\,P}{\sin\alpha}\,\frac{b^2}{\cos\alpha^2}.$$

Der Kleinstwert tritt ein, wenn $\sin\alpha\,\cos\alpha^2$ am größten wird:

$$(f) = \sin\alpha\,\cos\alpha^2 \text{ oder:}$$

$$(f_1) = -\sin\alpha^2\cdot 2\cos\alpha + \cos\alpha^3 = 0;\ \text{mithin:}$$

$$\mathrm{tang}\,\alpha^2 = \frac{1}{2};\ \mathrm{tang}\,\alpha = \sqrt{0{,}5};\ \alpha = 35^0\,16'.$$

Für den geringsten Inhalt wird nach Gl. 18):

$$C_b = Ql = 2\sqrt{J\pi}\,l = 2\,b^2\sqrt{\frac{3\,P\cdot\pi}{\sin\alpha\,\cos\alpha^2}}\cdot\frac{1}{\cos\alpha}.$$

$$21)\qquad C_b = 2\,l^2\sqrt{\frac{3\,P\cdot\pi}{\sin\alpha\cdot\cos\alpha^4}}.$$

Der kleinste Wert ergibt sich, wenn:

$$(f_1) = -\sin\alpha^2\cdot 4\cos\alpha^3 + \cos\alpha^5 = 0 \text{ oder:}$$

$$\mathrm{tang}\,\alpha = \sqrt{0{,}25} = 0{,}5$$

$$\alpha = 26^0\,34'$$

wird.

Ist eine Stütze für ein zweiflügeliges Tor von $2{,}5\,^m$ Breite und $2{,}8\,^m$ Höhe, also mit $7\,^{qm}$ Fläche, sowohl nach dem kleinsten Inhalt wie nach der geringsten Stärke zu bestimmen, so wird der Winddruck bei $100\,^{kg}/_{qm}$ $P = 700\,^{kg} = 0{,}7\,^t$. Für $b = 1{,}2\,^m$ wird der geringste Inhalt nach Gl. 21):

$$C_b = 2{,}88\sqrt{\frac{3\cdot 0{,}7\cdot\pi\cdot 100}{\sin\alpha\,\cos\alpha^4}} = 135{,}1\,^{cbcm}.$$

Der Querschnitt ist für diesen Winkel $\alpha = 26^0\,34'$ nach Gl. 18):

$$Q = 2{,}4\cdot\sqrt{\frac{3\,P\cdot\pi}{\sin\alpha\,\cos\alpha^2}} = 10{,}31\,^{qcm},$$

während der kleinste Querschnitt für $\alpha = 35^0\ 16'$ entsteht:

$$Q = 2{,}4\sqrt{\frac{3\,P\cdot\pi}{\sin\alpha\,\cos\alpha^2}} = 9{,}94\ ^{\text{qcm}}.$$

Haben die beiden Punkte A und B nicht gleiche Höhe, liegt l vielmehr unter dem Winkel β geneigt, so

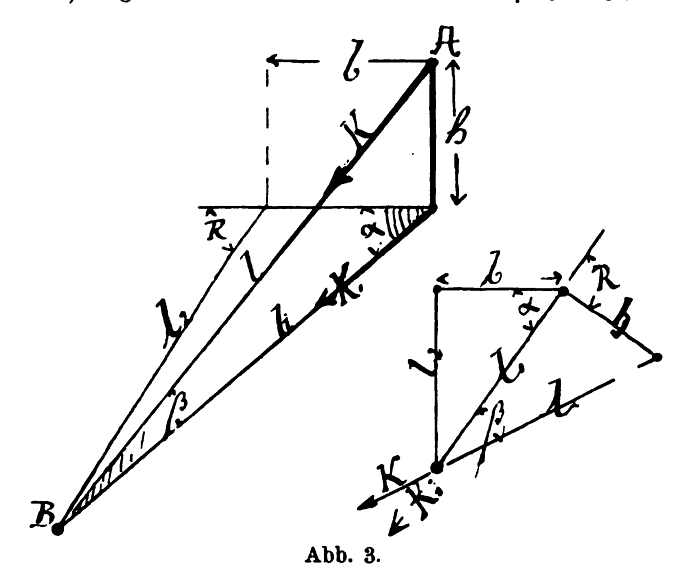


Abb. 3.

folgt zunächst für den in der Strebe wirkenden Druck nach Abb. 3:

22) $$K = \frac{P}{\sin\alpha\,\cos\beta},$$

weil $K_1 = \dfrac{P}{\sin\alpha}$ und $K = \dfrac{K_1}{\cos\beta}$ sind.

Die Kraft K wird kleiner mit Zunahme von α und Abnahme von β. Da $\sin\alpha = \dfrac{l_2}{l_1}$ und $\cos\beta = \dfrac{l_1}{l}$ ist, so ergibt sich $\sin\alpha = \dfrac{l_2}{l\cos\beta}$. Ferner ist $l_2 = b\,\text{tang}\,\alpha$, mithin:

23) $$l = \frac{b\,\text{tang}\,\alpha}{\sin\alpha\,\cos\beta} = \frac{b}{\cos\alpha\,\cos\beta}.$$

Daher beträgt die Eisenmenge bei Zugspannung:

24) $$C_b = \frac{Kl}{i} = \frac{P\cdot b}{i\,\sin\alpha\,\cos\alpha\,\cos\beta^2}.$$

Weil $l_1 = \dfrac{b}{\cos\alpha} = \dfrac{h}{\text{tang}\,\beta}$ oder $\cos\alpha = \dfrac{b\,\text{tang}\,\beta}{h} =$

$= x\,\text{tang}\,\beta$, wenn $x = \dfrac{b}{h}$ bedeutet.

Die Gl. 24) verwandelt sich dann in die folgende:

25) $$C_b = \frac{Kl}{i} = \frac{Pb}{i\sqrt{1 - x^2\,\text{tang}\,\beta^2}\;x\,\text{tang}\,\beta\,\cos\beta^2}.$$

Der Kleinstwert für den Inhalt tritt ein, wenn:

$(1 - x^2\,\text{tang}\,\beta^2)\,\text{tang}\,\beta^2\cdot\cos\beta^4 = \sin\beta^2\cos\beta^2 - x^2\sin\beta^4$ am größten wird.

Dies entsteht für:

$-2\sin\beta^3\cos\beta + 2\cos\beta^3\cdot\sin\alpha - 4\,x^2\cdot\sin\beta^3\cos\beta = 0$, so daß:

26) $$\text{tang}\,\beta = \frac{1}{\sqrt{1 + 2\,x^2}}$$

sich ergibt. Aus den verschiedenen Werten für $x = \dfrac{b}{h}$ folgen die in nachstehender Zusammenstellung aufgeführten Ergebnisse. Auch die Werte der Gleichung $\cos\alpha = x\,\text{tang}\,\beta$ sind in ihr enthalten.

Zusammenstellung A.

$x = \frac{b}{h}$	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,75	0,6	0,5	0,0
β	$9^0\ 52'$	$11^0\ 12'$	$12^0\ 55'$	$15^0\ 14'$	$18^0\ 26'$	$23^0\ 6'$	$30^0\ 00'$	$34^0\ 27'$	$37^0\ 20'$	$39^0\ 14'$	45^0
α	$45^0\ 52'$	$46^0\ 8'$	$46^0\ 31'$	$47^0\ 7'$	$48^0\ 11'$	$50^0\ 14'$	$54^0\ 44'$	$59^0\ 2'$	$62^0\ 47'$	$65^0\ 54'$	90^0

Hat das Tor eine Fläche von $7{,}0\ ^{\text{qm}}$, so beträgt die Zugkraft in der Stange bei einem Winddruck von $100\ ^{\text{kg}}/_{\text{qm}} = 700\ ^{\text{kg}} = 0{,}7\ ^{\text{t}}$. Ist ferner die Inanspruchnahme des Eisens $i = 1000\ ^{\text{kg}}/_{\text{qcm}}$, besitzt der Festwert die Größe $x = \dfrac{1{,}8}{1{,}2} = 1{,}5$, so wird $\text{tang}\,\beta = \dfrac{1}{\sqrt{5{,}5}}$ und $\cos\alpha = x\,\text{tang}\,\beta$, also $\beta = 23^0\ 6'$ und $\alpha = 50^0\ 14'$. Es folgt für $l = \dfrac{1{,}8}{\cos\alpha\,\cos\beta} = 3{,}0593\ ^{\text{m}}$, und ist die Zugkraft $K = \dfrac{700}{\sin\alpha\,\cos\beta} = 990{,}1\ ^{\text{kg}}$, während die Eisenmenge nach Gl. 24):

$$C_b = \frac{700\cdot 180}{1000\cdot\sin\alpha\,\cos\alpha\,\cos\beta^2} = 302{,}79\ ^{\text{cbcm}}$$

wird.

Ist die Strebe l einer Druckspannung ausgesetzt, so wird das Trägheitsmoment:

$$J = 3\,Kl^2 = \frac{3\,Pb^2}{\sin\alpha\,\cos\alpha^2\,\cos\beta^3},$$

wenn die Werte aus Gl. 22) und 23) eingesetzt werden. Da $\cos\alpha = x\,\text{tang}\,\beta$ ist, so folgt:

27) $$J = \frac{3\,Pb^2}{\sqrt{1 - x^2\,\text{tang}\,\beta^2}\;x^2\cdot\sin\beta^2\cos\beta}.$$

Der Kleinstwert für J und nach Gl. 18) ebenfalls für den Querschnitt Q tritt ein, wenn die erste Abgeleitete des Nenners: $\sin\beta^4\cos\beta^2 - x^2\sin\beta^6 = 0$ wird. Also wird:

$(f) = -\sin\beta^5 + 2\cos\beta^2\sin\beta^3 - 3\,x^2\sin\beta^5 = 0$

oder nach Umformung:

28) $$\text{tang}\,\beta = \sqrt{\frac{2}{1 + 3\,x^2}}.$$

Nachstehende Zusammenstellung vereinigt die von x abhängigen Werte β und α.

Zusammenstellung B.

$x = \frac{b}{h}$	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,75	0,6	0,5	0,0
β	$11^0\ 25'$	$12^0\ 58'$	$14^0\ 58'$	$17^0\ 39'$	$21^0\ 6'$	$26^0\ 56'$	$35^0\ 16'$	$40^0\ 47'$	$46^0\ 7'$	$48^0\ 49'$	$54^0\ 44'$
α	$36^0\ 5'$	$36^0\ 20'$	$36^0\ 41'$	$37^0\ 18'$	$39^0\ 29'$	$40^0\ 21'$	$45^0\ 0'$	$49^0\ 41'$	$54^0\ 46'$	$55^0\ 9'$	

Ist beispielsweise $F = 7^{\,qm}$, $P = 100 \cdot F = 700^{\,kg} =$ $= 0{,}7^{\,t}$, so wird, wenn $\frac{b}{h} = 1{,}5$ und $\beta = 26^0\,56'$ beträgt, $\cos\alpha = 1{,}5 \operatorname{tang}\beta = 0{,}7621$; $\alpha = 40^0\,21'$.

Ferner folgt nach Gl. 27):

$$J = 0{,}8708$$

sowie

$$Q = 2\sqrt{J \cdot \pi} = 3{,}31^{\,qcm}$$

und

$$d = 2\sqrt{\frac{Q}{\pi}} = 2{,}05^{\,cm}.$$

Für die Baustoffmenge ergibt sich durch J und l nach Gl. 18) und unter Berücksichtigung, daß die Länge $l = \frac{b}{\cos\alpha \cos\beta}$ ist:

$$29)\quad Cb = 26\sqrt{\frac{3\,Pb^2\pi}{\sin\alpha \cos\alpha^2 \cos\beta^2 \cos\alpha^2 \cos\beta^2}} =$$

$$= b\sqrt{\frac{3\,Pb^2\pi}{\sqrt{1 - x^2 \operatorname{tang}\beta^2}\; x^4 \cdot \sin\beta^4 \cos\beta}}.$$

Der Kleinstwert entsteht, wenn der Nenner oder:

$$\left(1 - x^2 \cdot \frac{\sin\beta^2}{\cos\beta^2}\right) \sin\beta^8 \cos\beta^2 = \sin\beta^8 \cos\beta^2 - x^2 \sin\beta^{10}$$

am größten wird.

Es folgt:

$$(f) = -2\sin\beta^9 \cos\beta + 8\cos\beta^3 \sin\beta^7 -$$
$$- 10\,x^2 \sin\beta^9 \cos\beta = 0.$$

Eine Umformung ergibt die Gleichung:

$$-1 + \frac{4\cos\beta^2}{\sin\beta^2} - 5\,x^2 = 0 \text{ oder:}$$

$$30)\qquad \operatorname{tang}\beta = \frac{2}{\sqrt{1 + 5\,x^2}}.$$

Für $x = 1{,}5$; $x^2 = 2{,}25$ wird $\operatorname{tang}\beta = \frac{2}{\sqrt{1225}}$,

also:

$$\beta = 29^0\,44'.$$

Alsdann wird der Winkel α:

$$\cos\alpha = 1{,}5 \operatorname{tang}\beta;\ \alpha = 31^0\,0'.$$

Aus Gl. 29) ergibt sich die geringste Eisenmenge:

$$C_b = 2 \cdot 180\sqrt{\frac{3 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}8^2 \cdot \pi}{\sqrt{1 - x^2 \operatorname{tang}\beta^2} \cdot 2{,}25 \sin\beta^4 \cos\beta}}$$

$$C_b = 360 \cdot 0{,}3631 = 130{,}72^{\,cbm}.$$

Für die verschiedenen Werte von x ergeben sich aus Gl. 30) die Winkel β. Sie sind nebst den zugehörigen Werten für α in folgender Zusammenstellung enthalten.

Zusammenstellung C.

x	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,75	0,6	0,5	0,0
β	12⁰ 32′	14⁰ 14′	16⁰ 26′	19⁰ 24′	23⁰ 35′	29⁰ 44′	39⁰ 14′	45⁰ 41′	50⁰ 5′	53⁰ 8′	63⁰ 26′
α	27⁰ 16′	27⁰ 28′	27⁰ 48′	28⁰ 18′	29⁰ 15′	31⁰ 0′	35⁰ 16′	39⁰ 48′	44⁰ 11′	48⁰ 10′	90⁰

Veränderungen statisch unbestimmter eiserner Dachbinder in statisch bestimmte und neue graphische Berechnungen zur Spannungsermittelung.

Von Dr.-Ing. Martin Gsell, Architekt (Karlsruhe).

Vorwort.

Die Systeme, die ich hier berechne, sind statisch unbestimmt, da mehr Unbekannte als statische Gleichungen vorhanden sind, so daß die Spannungen in ihnen bisher nur durch Elastizitätsgleichungen ermittelt werden konnten.

Ich führe die Rechnung auf statischem Wege, indem ich in den Fällen, in denen drei Stäbe an einem Knoten Druck gegen eine Kraft übernehmen müßten, worin eine statische Unbestimmtheit liegt, einen derselben, der sich hierzu eignet, oder zwei andere, die zu diesem in direkter Beziehung stehen und auch gedrückt würden, als Stangen anlege, die nicht drücken können, so daß die beiden anderen Stäbe allein Gegendruck leisten müssen, und der dritte Stab sowohl wie die Stangen gegen diese Kraft spannungslos bleiben.

Die Binder meiner Berechnungsart haben den Vorteil vor statisch bestimmten gleicher und ähnlicher Grundfigur, daß sie geringere Querschnitte erhalten.

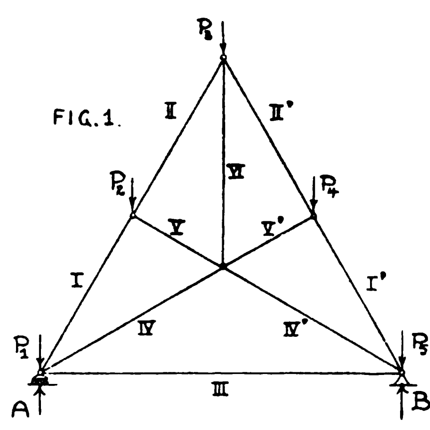
Aufgabe 1.

Englischer Dachbinder mit besonderem Verbindungsstab zwischen den Lagern, Fig. 1. Lager bei A beweglich, Lager bei B fest.

n Knoten $= 6$, $2\,n$ Gleichungen $= 12$
Unbekannte Stabspannungen $= 10$
Unbekannte Auflagerdrucke $= 3$
Unbekannte $= 13$,

d. h. das System ist einfach statisch unbestimmt.

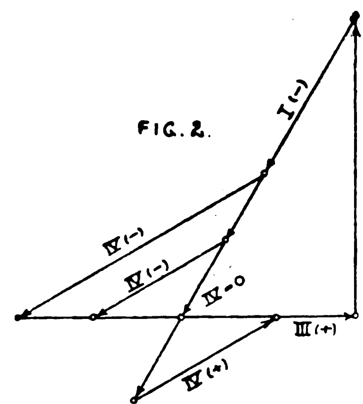
Die Gegenkräfte in den Mauern, die sogenannten Reaktionen A und B, welche den Binder und mit ihm



das Dach auf seinen Pfetten im Gleichgewicht zu halten haben, sind wegen der symmetrischen Anlage und Belastung: $A = B = \frac{\Sigma P}{2}$.

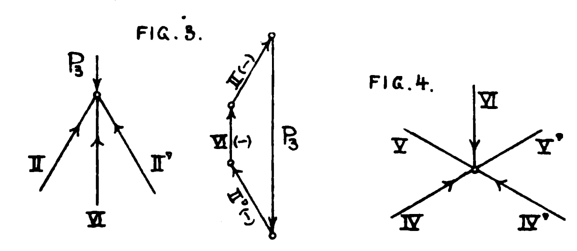
Aus diesen Reaktionen können die Spannungen in den Stäben an den Lagerknoten nicht ermittelt werden, weil es deren drei sind, und an der bekannten Reaktion nur zwei Ansatzpunkte für die Zeichnung der beiden äußeren Unbekannten I und III vorhanden sind, während weder für die Lage der mittleren Unbekannten IV, noch für deren Spannungssinn irgendwelcher Anhalt zu finden

ist. Eine bekannte Kraft kann ja auch nicht nach drei anderen verschiedenen Richtungen, die sich alle in einem Punkte schneiden, zerlegt werden. Die Unbestimmtheit der Spannungsverteilung am Lager A ist z. B. dargestellt durch Fig. 2.



Da an den Auflagern keine Lösung möglich ist, so versuche ich eine Kraftverteilung an den Pfettenknoten, trotzdem auch hier gegen je eine Bekannte je drei Unbekannte anstehen.

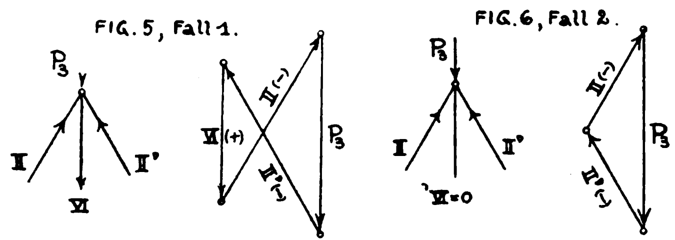
Kraftverteilung am Firstknoten: P_3 könnte seine direkten Gegenkräfte vielleicht in II (—), VI (—), II' (—) finden, d. h. jeder dieser Stäbe würde entsprechend seinen elastischen Formveränderungen Druck übernehmen, also würde dann z. B. nach Fig. 3 Gleichgewicht gebildet werden können.



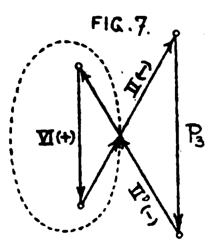
Der Druck in VI würde in IV und IV' Gegendrucke erzeugen, Fig. 4; Stäbe V und V' können gegen den genannten Druck in VI keine Gegenkräfte übernehmen, weil sich diese Spannungen am anderen Ende in den Obergurten I—II, I'—II' nicht in normalen Kräften (Druck oder Zug) auflösen können, sondern Durchbiegungen in diesen erzeugen würden (siehe spätere Erklärungen).

Diese Lösung für P_3, d. h. Druck in VI und Gegendrucke in IV und IV', scheint mir nicht praktisch. Ich möchte die Rechnung so führen, daß die Mittelstäbe möglichst dünn werden, während doch gedrückte Stäbe Knickzuschläge erhalten und ausladende Querschnitte haben, also I-, [-, L-Eisen sein müssen.

Daher lege ich die Stäbe IV und IV' als Stangen an, die keinen Druck übernehmen können, so daß auch Stab VI nicht drücken kann, und die Kraftverteilung nach Fig. 3 unmöglich wird. Es bleibt dann für Stab VI nur noch Zuggegenkraft übrig.



Die Gegenkräfte in Fig. 5 und 6 könnten jetzt das erforderliche Gleichgewicht herstellen, andere Lösungen sind nicht möglich. Es ist die Aufgabe zu entscheiden, welche von diesen beiden Kraftverteilungen in Wirklichkeit eintreten muß: Der zweite Fall, Fig. 6, zeigt, daß II und II' allein imstande sind, die Last P_3 zu übernehmen, der erste Fall, Fig. 5, zeigt, daß Stab VI erst dann Zug erhält, wenn II und II' mehr gedrückt werden als im Fall 2, also mehr als nötig ist. Größere Gegenkräfte als nötig sind zur Herstellung des Gleichgewichts treten aber nicht auf, daher wird die Kraftübernahme nach Fall 2 als die der Wirklichkeit entsprechende anzusehen sein. Oder: Der Zug in VI und die Mehrdrucke in II und II' jenseits des Ueberschneidungspunktes in Fig. 5 halten sich gegenseitig allein im Gleichgewicht, denn der Zug in VI ist nur bedingt durch den Mehrdruck in II und II' und hat keine Beziehung zur Last, daher müssen diese Kräfte als überflüssige, in Wirklichkeit nicht auftretende Spannungen übergangen werden, siehe Fig. 7. Aus Fall 1 ist dann Fall 2 geworden. Dieser wird der Berechnung zugrunde gelegt.

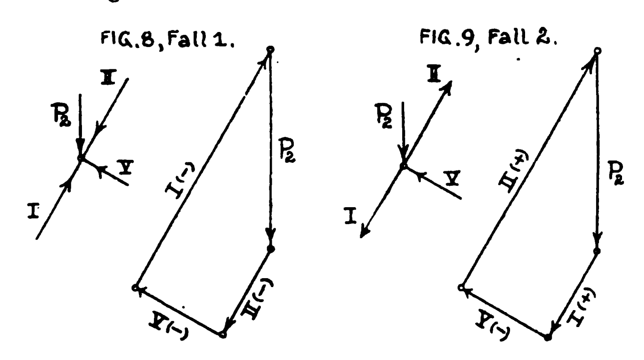


Der Druck in II gegen P_3 bedarf am anderen Ende einer Unterstützung. Diese wird geliefert von Stab I, welcher den Druck aus II in gleicher Größe übernimmt, ohne daß Stab V irgendeine Spannung dabei erhielte. Ebenso geht der Druck aus II' nach I' über.

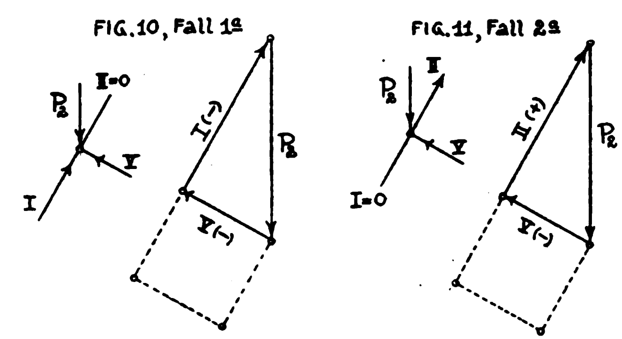
Gegenkräfte gegen P_2, ohne Rücksicht auf die Lösung für P_3. Gegen P_2 stehen drei Stäbe an: I, V, II, in denen sich Gegenkräfte gegen P_2 bilden müssen. Es lassen sich verschiedene Kraftverteilungen konstruieren.

Fall 1, Fig. 8. Alle Stäbe gegen P_2 werden gedrückt.

Fall 2, Fig. 9. Die Obergurtstäbe I und II werden gezogen, Stab V wird gedrückt, und zwar hat der Druck in V die gleiche Größe wie in Fall 1.



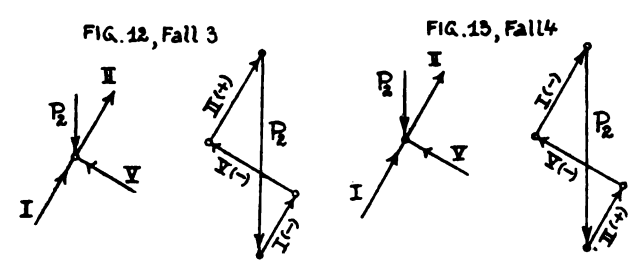
Man sieht ohne weiteres, daß die gedachten Druckspannungen in I und II im Fall 1 und die gedachten Zugspannungen in I und II in Fall 2 je eine Differenz bilden müssen.



Fall 1a, Fig. 10. Der kleinere Druck in II löst sich im größeren Druck in I auf, und es verbleibt nur noch Druck in I von ganz bestimmter Größe.

Fall 2a, Fig. 11. Der kleinere Zug in I löst sich im größeren Zug in II ebenfalls auf, so daß nur noch in II Zug verbleibt, der genau so groß ist wie der Druck in I in Fall 1a.

Fall 3, Fig. 12, und Fall 4, Fig. 13 zeigen, daß die Spannungen im Obergurt sich auch zum Teil in I als Druck, in II als Zug äußern können.



Resultate: 1. Stab V erhält bei jeder irgendwie konstruierbaren Kraftverteilung eine gleich große absolut konstante Druckspannung. Er hat die seitliche Druckkomponente der Pfettenlast in seiner Richtung zu übernehmen, wobei die andere oder die anderen Komponenten in die Richtung des Obergurtes fallen.

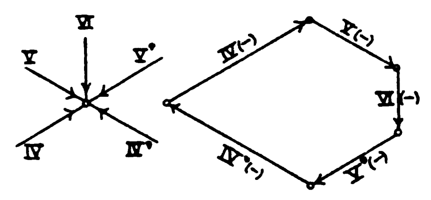
2. Die Gegenkräfte in den Obergurtstäben I und II scheinen unbestimmt. Entweder wird Stab I gedrückt und Stab II bleibt spannungslos,

oder I wird spannungslos und II wird gezogen,

oder I wird gedrückt und II wird gezogen.

Wenn also Stab II eine direkte Gegenkraft gegen P_2 übernehmen könnte, dann könnte diese, nach den gezeichneten Kräfteplänen, nur Zug sein. Zugspannung in II ist aber gleichbedeutend mit Druckspannung in I, man kann also, da für P_2 der Stab I der direkte Weg zum Lager ist, und alle Kräfte möglichst schnell das Lager zu erreichen suchen müssen, ohne Bedenken Fall 1a der Berechnung zugrunde legen. Wer dies nicht zuzugeben geneigt ist, der möge in II eine Zugspannung annehmen und diese weiterhin verfolgen. Der Zug in II gegen P_2 und ein gleich großer Zug in II' gegen P_4 würden am First einen Gegendruck in VI erzeugen. Druck in VI würde Druck in IV und IV' zur Folge haben. Nun sind aber die Stäbe IV und IV', wie schon gesagt, Stangen, die, wenn sie gedrückt werden, erschlaffen und keinen Gegendruck liefern. Wenn aber IV und IV' den geforderten Gegendruck gegen VI (—) und II (+), II' (+) nicht leisten können, dann sind die gedachten Zugspannungen in II, II' auch nicht möglich. Somit kann II hier überhaupt keine Gegenkraft gegen P_2, und II' keine solche gegen P_4 übernehmen. Die einzigen ersten Gegenkräfte gegen P_2 sind I (—) und V (—), gegen P_4: I' (—) und V' (—).

Gleichgewicht am Mittelknoten: Die Druckspannungen in V und V' müssen am Mittelknoten von Gegenkräften in VI, IV, IV' übernommen werden.

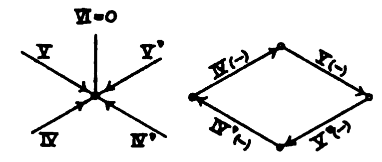


Fall 1, Fig. 14. Danach seien die Gegenkräfte gegen V (—) und V' (—): VI (—), IV (—), IV' (—).

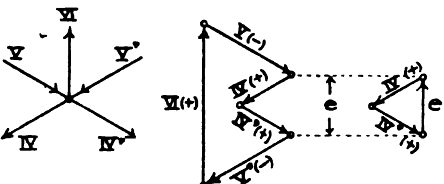
Fall 2, Fig. 15. Die Druckspannungen aus V und V' stoßen sich im Mittelknoten gegenseitig ab und V (—) erzeugt IV (—), V' (—) dagegen erzeugt IV' (—).

Diese beiden Spannungsübertragungen sind nicht möglich, da Stäbe IV und IV' Stangen sind, die keinen Gegendruck leisten können, daher muß eine andere Gegenkraftwirkung eintreten.

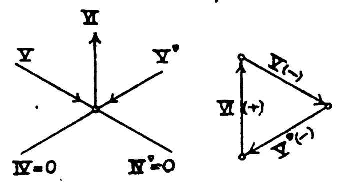
Nach Fall 4, Fig. 17 übernimmt es Stab VI allein, die Druckspannungen aus V und V' durch eine Zugspannung im Gleichgewicht zu halten.



Nach Fall 3, Fig. 16 erhalten IV und IV' nur deshalb Zug, weil VI mehr als in Fall 4, also mehr als nötig ist, gezogen wird. Der Zug in VI in Fall 3 ist um so viel größer wie der in Fall 4, als die senkrechte Entfernung

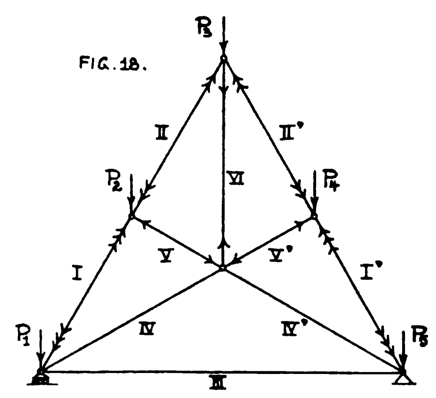


des Anfangspunktes von IV (+) und des Endpunktes von IV' (+) (= e) beträgt. Dieses Kraftstück von VI (+) (= e) hält allein die Zugspannungen in IV und IV' im Gleichgewicht. Sie haben also keine Beziehung zu den Drucken in V und V' und scheiden mitsamt dem überflüssigen Zug in VI, als tatsächlich nicht auftretend, aus der Betrachtung aus. Da nun nach Fall 4, Fig. 17, Stab VI in geringerer



Beanspruchung imstande ist Gleichgewicht gegen V (—) und V' (—) herzustellen, so wird diese Kraftverteilung in der Berechnung berücksichtigt, d. h. die Stangen IV und IV' bleiben gegen V (—) und V' (—) spannungslos.

Der Zug in VI aus V (—) und V' (—) hängt sich an den Firstknoten und findet in II (—) und II' (—) zwei gleich große Gegendruckkräfte. Diese übertragen sich nach I bzw. I' und drücken gegen die Lager.



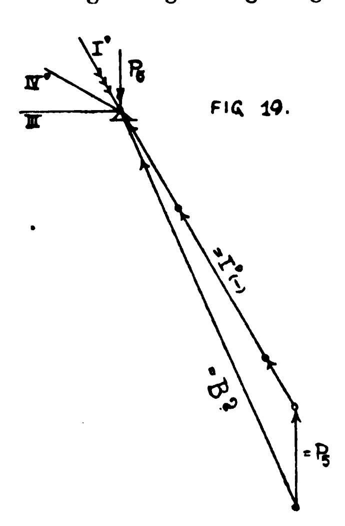
In I und I' haben sich also je drei Einzeldruckspannungen zusammengefunden:

1. indirekte Druckspannungen gegen P_3 aus II (—) und II' (—),
2. direkte Druckspannungen gegen P_2 und P_4,
3. indirekte Druckspannungen gegen P_2 und P_4 durch V (—), V' (—), VI (+) usw.

Die bis jetzt ermittelten Gegenkräfte gegen die Pfettenlasten sind in Fig. 18 graphisch dargestellt.

Die Fußpfettenlasten P_1 und P_5 haben keinen Einfluß auf die Stabspannungen, sondern finden in den Mauern ihre direkten Gegenkräfte.

Gleichgewicht am festen Lager bei B. Die gesammelten Druckspannungen in I' verlangen durch das feste Lager bei B gleich große gleichgerichtete Gegen

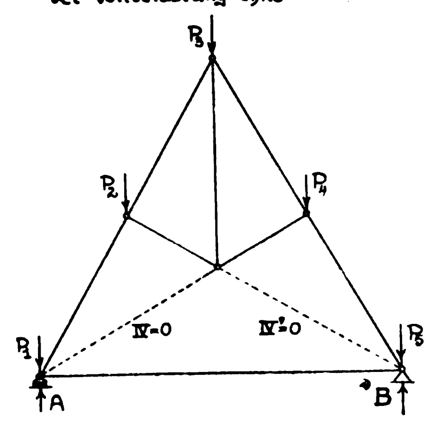


kräfte, so daß die Resultierende aus diesen letzteren und der Gegenkraft gegen P_5 die Reaktion B sein könnte, Fig. 19.

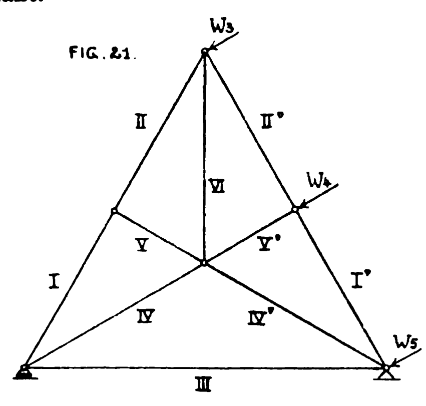
Gleichgewichtslage am beweglichen Lager bei A. Der Fußpfettenlast P_1 kann durch das bewegliche Lager bei A eine gleich große senkrechte Reaktion entgegentreten. Hingegen finden die Druckspannungen aus I durch das bewegliche Lager keine gleich großen entgegengesetzt gerichteten schiefen Gegenkräfte, wie solche am festen Lager möglich wären, sondern die schrägen Druckkräfte aus I wollen das bewegliche Lager nach außen zum Abrollen bringen. In demselben Augenblick wirkt Stab III auf Zug und verhindert dadurch das Abrollen. Die Zugspannung in III ist möglich, weil III bei B festhängt, also Zug übernehmen kann. Der Zug, den III leistet, muß so groß sein, daß der schiefe Druck aus I in die Senkrechte gezogen wird, denn das bewegliche Lager kann nur senkrechten Druck übertragen. Der Zug in III hängt sich also ans feste Lager und verlangt hier einen gleich großen entgegengesetzt gerichteten Gegenzug. Dieser könnte, da das Lager fest ist, ohne weiteres geliefert werden. Der Zug ist aber gerade so groß wie die Horizontalkomponente des schräg ins feste Lager übergehenden Gesamtdruckes I', welche als Druck wirkt. Also müssen diese beiden horizontalen Spannungen, Druck und Zug, sich zu Null ausgleichen, und es verbleibt am festen Lager nur eine senkrechte Reaktion, die genau so groß ist wie die Reaktion am beweglichen Lager. So kommt es, daß die schräge Gesamtdruckspannung aus I', sowie sie ins feste Lager übergeht, sofort in die senkrechte Richtung gezogen wird.

Die eingangs genannten drei Auflagerdrucke sind also: am beweglichen Lager ein senkrechter Druck, dem eine ebenso große gleichgerichtete Reaktion begegnet (Reaktion 1), ferner am festen Lager ein schräger Druck, welcher aus einer senkrechten und einer horizontalen Druckkomponente besteht, deren erste von einer senkrechten Gegenkraft übernommen wird (Reaktion 2), die genau so groß ist wie Reaktion 1, während der Horizontaldruck von dem Zug im Untergurt (Reaktion 3) aufgehoben wird.

Das Hauptergebnis der bisherigen Untersuchung ist folgendes: Wenn in dem gezeichneten Bindersystem die Stäbe IV und IV' als Stangen angelegt werden, die keinen Druck übernehmen können, dann bleiben sie bei senkrechter Vollbelastung spannungslos, siehe Fig. 20.



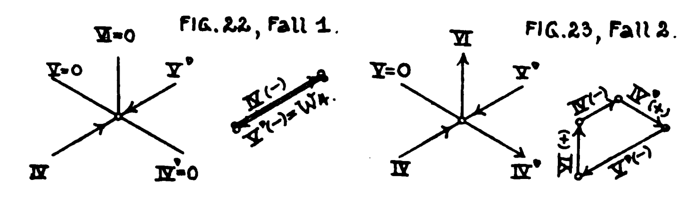
Die Rechnung zur Ermittelung der Spannungen gegen senkrechte Vollbelastung ist also höchst einfach: Entweder bestimmt man die beiden Druckspannungen in V und V', aus diesen den Zug in VI, aus VI (+) und P_3 die beiden Druckspannungen in II und II' usw., siehe Blatt I, Fig. 2 und 3 Seite 7. Oder man geht von den Reaktionen rückwärts und ermittelt die Spannungen in I und III (I' und III) unter Auslassung von IV, (IV'). An den Knoten bei P_2, P_3, P_4 finden sich nur je zwei Unbekannte, so daß sich ohne weiteres ein geschlossener Kräfteplan zeichnen läßt.



Gegenkräfte gegen Wind. Es soll bei dieser Untersuchung festgestellt werden, ob der Winddruck Einfluß auf IV und IV' oder eines von beiden hat, denn dieses ist vorerst das wichtigste, hierzu Fig. 21.

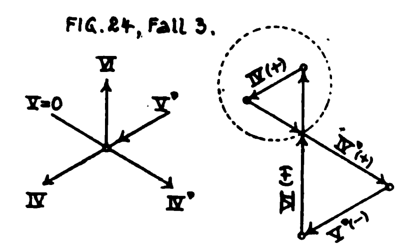
Gegenkräfte gegen W_4. Da sowohl W_4 als auch V' senkrecht zum Obergurt stehen, so geht der Winddruck W_4 direkt als Druck nach V' über, ohne daß II' und I' eine Gegenkraft zu übernehmen brauchen. Dieser Druck in V' wirkt gegen den Mittelknoten, an dem nur IV, IV', VI zur Uebernahme von Gegenkräften in Betracht kommen können.

Nach Fall 1, Fig. 22 und Fall 2, Fig. 23 erhielte IV Druck. IV ist aber eine Stange, kann also nicht

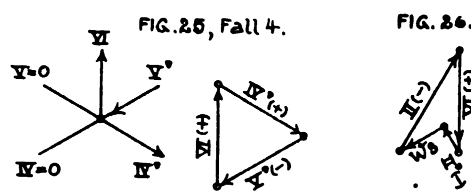


drücken und die gezeichneten Kraftverteilungen sind unmöglich. Nach Fall 4, Fig. 25 übernehmen allein VI und IV' Gegenkräfte gegen V' (—), und zwar Zugspannungen.

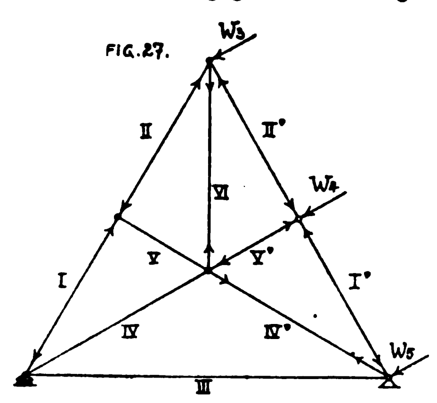
Nach Fall 3, Fig. 24 wird Stange IV nur deshalb gezogen, weil VI und IV' mehr als im Fall 4, also mehr als nötig, beansprucht werden. Diese Kraftverteilung kann aber nicht eintreten, denn die Kräfte bzw. Kraftteile, die jenseits des Ueberschneidungspunktes liegen, stehen unter sich



schon im Gleichgewicht, müssen also als überflüssig übergangen werden. Aus Fall 3 ist Fall 4 geworden. Die Gegenkräfte nach Fall 4, Fig. 25 sind die der Wirklichkeit entsprechenden.



Gleichgewicht am Firstknoten. Der Zug in VI (von W_4 aus) hängt sich an den Firstknoten, gegen den auch W_3 wirkt. Gegenkräfte gegen diese beiden Spannungen können sich nur in II und II' bilden. Man ziehe durch die Endpunkte von VI (+) die Parallelen zu II und II' und schiebe die Kraftlinie für W_3 so dazwischen, daß alle Pfeile gleichen Umlaufsinn haben, Fig. 26. Die Druckspannung in II' wirkt durch I' gegen das feste Lager, die in II durch I gegen das bewegliche Lager.



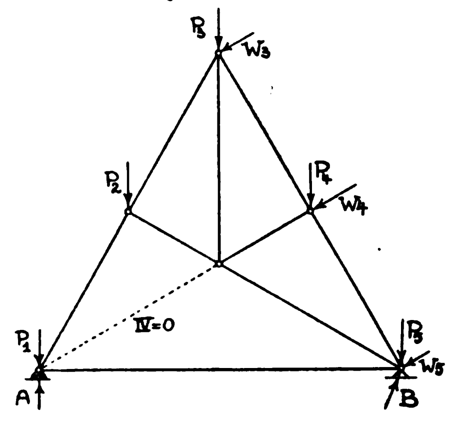
Die Bindergegenkräfte gegen Winddruck, soweit sie sich aus der bisherigen Betrachtung ergeben haben, sind dargestellt in Fig. 27.

Zusammenfassung der Kräfte an den Lagerknoten. Die Druckkraft aus I', die Pfettenlast W_5 und die Zugspannung in IV' wirken am festen Lager. Ihre Resultierende geht durch das feste Lager direkt in die Mauer, und die Gegenkraft, welche die Mauer gegen diese Resultierende stellt, könnte, wenn keine störenden Einflüsse auftreten, die Reaktion B sein.

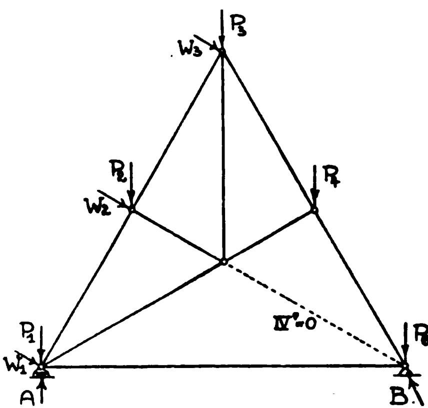
Der Druck aus I gegen das bewegliche Lager kann hingegen nur seine senkrechte Komponente in dieses abgeben, während die Horizontalkomponente das bewegliche Lager nach außen zum Abrollen bringen will. Dieses wird verhindert durch einen Zug in III. Der Zug in III von links verlangt rechts am festen Lager eine gleich große Gegenkraft, welche dieses auch liefern kann, so daß jetzt die Gesamtreaktion B die Resultierende aus den Gegenkräften gegen W_5, I' (—), IV' (+), III (+) ist.

Bei Beanspruchung des Binders gegen Wind von rechts erfahren die Stäbe V und IV keine Beanspruchung, während IV', das gegen senkrechte Vollast spannungslos war, gezogen wird.

Hauptresultat. Bei Windbeanspruchung von rechts ist Stange IV spannungslos geblieben. Da sie gegen senkrechte Vollbelastung ebenfalls keine Kraft übernehmen



konnte, so bleibt sie auch bei senkrechter Vollbelastung plus Wind von rechts unbeansprucht, siehe Fig. 28. Bei senkrechter Vollbelastung plus Wind von links bleibt Stange IV' spannungslos, Fig. 29.



Danach wird die Gesamtrechnung ebenfalls sehr einfach: Entweder ermittelt man zuerst die Druckspannungen in V und V', aus diesen dann den Zug in VI und in IV bzw. IV', aus VI (+) und der Firstlast die Drucke in II und II' usw., siehe Fig. 4, 5, 6, 7 auf Blatt I, oder man bestimmt die Reaktionen und beginnt die graphische Berechnung an dem dem Wind gegenüberliegenden Lager unter Auslassung des Mittelstabes IV bzw. IV' an diesem Lager.

Die eingangs genannten statischen Bedingungen des Binders haben sich durch Anlage der Stäbe IV und IV' als Stangen geändert. Da ich bei diesen beiden Stäben nur Zug gestatte, nenne ich sie „halbwertige" Stäbe, die anderen, bei denen es der Rechnung überlassen wird Druck oder Zug zu ergeben, nenne ich „vollwertige" Stäbe.

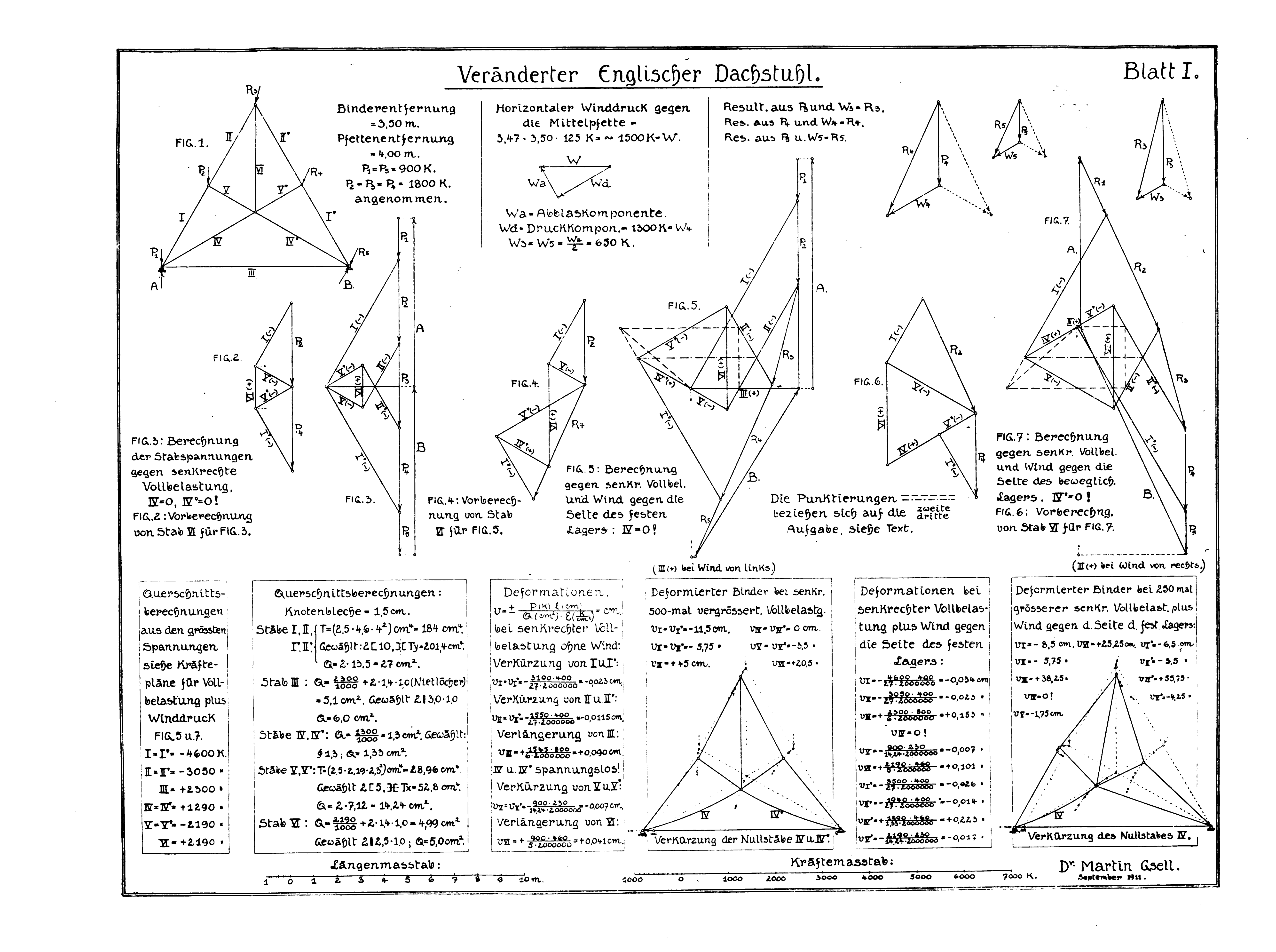
1 vollwertiger Stab = 1 Unbekannte,
2 halbwertige Stäbe = 1 „

also sind die statischen Bedingungen folgende:

n Knoten = 6, $2n$ Gleichungen = 12.
8 vollwertige Stäbe = 8 Unbekannte,
2 halbwertige Stäbe = 1 „
3 Auflagerdrucke = 3 „

Anzahl der Unbekannten = 12.

Die Gegenkräfte gegen Vollbelastung plus Winddruck auf der Seite des festen und die gegen Vollbelastung plus



Veränderter Englischer Dachstuhl.
Blatt I.
Binderentfernung = 3,50 m.
Pfettenentfernung = 4,00 m.
P1 = P5 = 900 K.
P2 = P3 = P4 = 1800 K. angenommen.
Horizontaler Winddruck gegen die Mittelpfette = 3,47 · 3,50 · 125 K = ~ 1500 K = W.
Wa = Abblaskomponente.
Wd = Druckkompon. = 1300 K = W4
W3 = W5 = W4/2 = 650 K.
Result. aus P3 und W3 = R3.
Res. aus P4 und W4 = R4.
Res. aus P5 u. W5 = R5.
FIG. 1.
FIG. 2.
FIG. 3.
FIG. 4.
FIG. 5.
FIG. 6.
FIG. 7.
FIG. 3: Berechnung der Stabspannungen gegen senkrechte Vollbelastung, IV = 0, IV' = 0!
FIG. 2: Vorberechnung von Stab VI für FIG. 3.
FIG. 4: Vorberechnung von Stab VI für FIG. 5.
FIG. 5: Berechnung gegen senkr. Vollbel. und Wind gegen die Seite des festen Lagers: IV = 0!
Die Punktierungen beziehen sich auf die zweite dritte Aufgabe, siehe Text.
FIG. 7: Berechnung gegen senkr. Vollbel. und Wind gegen die Seite des beweglich. Lagers. IV' = 0!
FIG. 6: Vorberechng. von Stab VI für FIG. 7.
(III (+) bei Wind von links.)
(III (+) bei Wind von rechts.)
Querschnitts-berechnungen aus den grössten Spannungen siehe Kräftepläne für Vollbelastung plus Winddruck FIG. 5 u. 7.
I = I' = -4600 K.
II = II' = -3050 "
III = +2300 "
IV = IV' = +1290 "
V = V' = -2190 "
VI = +2190 "
Querschnittsberechnungen:
Knotenbleche = 1,5 cm.
Stäbe I, II, I', II': T = (2,5 · 4,6 · 4²) cm⁴ = 184 cm⁴. Gewählt: 2 [10,][Ty = 201,4 cm⁴. Q = 2 · 13,5 = 27 cm².
Stab III: Q = 2300/1000 + 2 · 1,4 · 1,0 (Nietlöcher) = 5,1 cm². Gewählt 2 | 3,0 · 1,0 Q = 6,0 cm².
Stäbe IV, IV': Q = 1300/1000 = 1,3 cm². Gewählt: ∮ 1,3; Q = 1,33 cm².
Stäbe V, V': T = (2,5 · 2,19 · 2,3²) cm⁴ = 28,96 cm⁴. Gewählt 2 [5,][Tx = 52,8 cm⁴. Q = 2 · 7,12 = 14,24 cm².
Stab VI: Q = 2190/1000 + 2 · 1,4 · 1,0 = 4,99 cm² Gewählt 2 | 2,5 · 1,0; Q = 5,0 cm².
Deformationen.
v = ± P(K) l(cm) / (Q(cm²) · E(K/cm²)) = cm.
bei senkrechter Vollbelastung ohne Wind:
Verkürzung von I u. I': vI = vI' = - 3100 · 400 / 27 · 2000000 = -0,023 cm.
Verkürzung von II u. II': vII = vII' = - 1550 · 400 / 27 · 2000000 = -0,0115 cm.
Verlängerung von III: vIII = + 1545 · 800 / 6 · 2000000 = +0,090 cm.
IV u. IV' spannungslos!
Verkürzung von V u. V': vV = vV' = - 900 · 230 / 14,24 · 2000000 = -0,007 cm.
Verlängerung von VI: vVI = + 900 · 460 / 5 · 2000000 = +0,041 cm.
Deformierter Binder bei senkr. 500-mal vergrössert. Vollbelastg.
vI = vI' = -11,5 cm.
vIV = vIV' = 0 cm.
vII = vII' = - 5,75 "
vV = vV' = -3,5 "
vIII = + 45 cm.
vVI = +20,5 "
Verkürzung der Nullstäbe IV u. IV'.
Deformationen bei senkrechter Vollbelastung plus Wind gegen die Seite des festen Lagers:
vI = - 4600 · 400 / 27 · 2000000 = -0,034 cm
vII = - 3050 · 400 / 27 · 2000000 = -0,023 "
vIII = + 2300 · 800 / 6 · 2000000 = +0,153 "
vIV = 0!
vV = - 900 · 230 / 14,24 · 2000000 = -0,007 "
vVI = + 2190 · 460 / 5 · 2000000 = +0,101 "
vI' = - 3500 · 400 / 27 · 2000000 = -0,026 "
vII' = - 1940 · 400 / 27 · 2000000 = -0,014 "
vIV' = + 1290 · 460 / 1,33 · 2000000 = +0,223 "
vV' = - 2190 · 230 / 14,24 · 2000000 = -0,017 "
Deformierter Binder bei 250 mal grösserer senkr. Vollbelast. plus Wind gegen d. Seite d. fest. Lagers:
vI = - 8,5 cm. vIII = +25,25 cm. vI' = - 6,5 cm
vII = - 5,75 "
vII' = - 3,5 "
vIII = + 38,25 "
vIV' = + 55,75 "
vIV = 0!
vV' = -4,25 "
vV = -1,75 cm
Verkürzung des Nullstabes IV.
Längenmasstab:
1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 m.
Kräftemasstab:
1000 0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 K.
Dr. Martin Gsell.
September 1911.

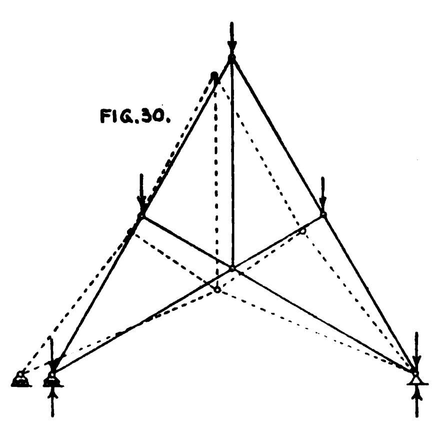
Wind auf der Seite des beweglichen Lagers sind für alle Stäbe symmetrisch, d. h. bei Wind von rechts wird Stab I ebenso gespannt wie Stab I' bei Wind von links. Eine Ausnahme macht nur die Horizontale III, die zwischen beweglichem und festem Lager zu vermitteln hat, und alle Spannungen, die vom beweglichen Lager nicht übernommen werden können, d. h. die Horizontalkomponenten aller auf das bewegliche Lager wirkenden Kräfte an das gegenüberliegende feste Lager direkt hinüberschickt. Stab III hat bei senkrechter Belastung ohne Wind Zug zu übernehmen. Bei Wind gegen die Seite des festen Lagers übernimmt er die Horizontalkomponente des jetzt größeren Druckes des dem Wind gegenüberliegenden Obergurtes als Zug. Die Zugspannung in III wird dann größer als die bei senkrechter Vollbelastung ohne Wind. Bei Wind gegen die Seite des beweglichen Lagers nimmt Stab III die Resultierende aller Horizontalkomponenten der Kräfte gegen das bewegliche Lager auf. Wenn nun diese eine Druckspannung ist und größer ist als die durch die senkrechte Vollbelastung bedingte Zugspannung, was bei sehr steilen Dächern eintritt, dann wird die Differenzspannung Druck sein.

Querschnittsberechnungen. Zugstäbe müssen nach den größten Beanspruchungen unter Berücksichtigung des Nietquerschnittes berechnet werden. Gedrückte schmiedeeiserne Stäbe rechne ich mit fünffacher Sicherheit nach der Eulerschen Knickformel $T = \frac{n P l^2}{10 E}$. Wenn $P = 4600\ K$, $l = 400\ cm$, $E = 2\,000\,000 \frac{K}{cm^2}$ sind, dann wird

$$T = \frac{5 \cdot 4600\ K \cdot 400\ cm \cdot 400\ cm}{10 \cdot 2\,000\,000 \frac{K}{cm^2}} = (2{,}5 \cdot 4{,}6 \cdot 4^2)\ cm^4.$$

Deformationen. Infolge der Elastizität des Materials verkürzen sich die gedrückten und verlängern sich die gezogenen Stäbe. Die Verkürzungen und Verlängerungen werden auf die Stablänge berechnet aus der Formel $v = \pm \frac{P \cdot l}{Q \cdot E}$, wobei $\frac{P}{Q}$ die tatsächlich vorhandene Spannung pro cm² Querschnittsfläche, l die Länge in cm und E der Elastizitätsmodul als $\frac{K}{cm^2}$. Danach ist die berechnete Deformation v in $\frac{K \cdot cm}{cm^2 \cdot \frac{K}{cm^2}} = cm$ ausgedrückt.

Bei den gewöhnlichen statisch bestimmten Bindersystemen braucht man keine Rücksicht zu nehmen auf die Deformationen, denn ein Dreiecksfach hängt nur mit einem Stabe am nächsten Fach, und alle Formveränderungen



können ohne weiteres eintreten, zumal das bewegliche Lager sofort jede derartige Veränderung gestattet, Fig. 30. Bei den Systemen hingegen, die ich berechne, könnte der horizontale Verbindungsstab zwischen A und B die Deformationen anderer Stäbe unmöglich machen und die Nullstäbe in ihrer Spannungslosigkeit stören. Deshalb muß, wenn die Berechnung zu Ende geführt ist, erst untersucht werden, ob die Verlängerungen bzw. Verkürzungen auch tatsächlich eintreten können, denn nur unter dieser Bedingung sind die berechneten Spannungen möglich, oder ob irgendwo der Deformation Widerstand geleistet wird. In diesem Falle bilden sich ganz andere Spannungen als die berechneten, denn ein durch die Deformation anderer Stäbe gedrückter oder gezogener Stab ändert alle Spannungen in seinem Einflußgebiet. Damit wird aber die ganze vorgeschickte Berechnung wertlos und falsch. Deshalb möge für den berechneten Binder die Probe auf die Deformationsmöglichkeit gemacht werden. Denjenigen Architekten, welche mit Williots Verschiebungsplan nicht umzugehen verstehen, schlage ich vor, folgende Deformationspläne zu entwerfen:

Da die Formveränderungen in dem kleinen Maßstab der Figur nicht sichtbar sind, vergrößere man die Lasten im gleichen Verhältnis, bis die Formveränderungen sichtbar werden. Dies ist bei 100- bis 500 facher Vergrößerung der Pfettenlasten der Fall. Dabei ist angenommen, daß die Querschnitte dieselben seien wie vorher, die Elastizitätsgrenze nicht überschritten werde, keine Knickung eintrete und alle Knoten reibungslose Gelenke seien.

Auf Blatt I Seite 529/30 sind die Deformationsfiguren gezeichnet.

a) Senkrechte Vollbelastung ohne Wind, siehe erste Deformationsfigur auf Blatt I: Man trage zuerst den verlängerten Stab VI senkrecht auf, schlage um den Firstknoten mit dem verkürzten II = II' nach beiden Seiten und um den Mittelknoten (unteres Ende von VI) mit dem verkürzten V = V' als Radius ebenfalls nach beiden Seiten Kreisbögen, welche sich in zwei Punkten schneiden. Von diesen beiden Schnittpunkten schlage man mit dem verkürzten I = I' als Radius Bögen nach rechts und links unten. Nun schiebe man von unten das verlängerte III so an diese Bögen heran, daß VI auf den Mittelpunkt von III zielt. Die Schnittpunkte sind die Lagerknoten bei A und B. Die Verbindungslinien aller genannten Schnittpunkte zeigen den deformierten Binder.

Bei dieser Aufzeichnung werden die Stäbe, die keine Spannung erhalten, ausgelassen, also hier bei senkrechter Vollbelastung die beiden Stangen IV und IV'. Zum Schluß wird die Entfernung zwischen den Endpunkten der genannten Stäbe gemessen. Ist diese Entfernung kürzer geworden als sie vorher bei unbelastetem Binder gewesen war, dann würde der Stab, der ohne Spannung gedacht war, durch die Deformation der anderen, die gespannt werden, gedrückt, ist die Entfernung länger geworden, dann würde er gezogen werden.

Bei vorliegendem Beispiel sind die Nullstäbe IV und IV' kürzer geworden, sie erhalten also Deformationsdruck. Nun sind aber diese Stäbe Stangen, die keinen Druck übernehmen können, sie werden also bei der Beanspruchung der Konstruktion unter dem Einfluß dieses Deformationsdruckes ausknicken, leisten der Formveränderung des Binders gar keinen Widerstand, und die Spannungen sind in allen Stäben nur die berechneten.

Damit die Nullstäbe IV und IV' bei senkrechter Vollbelastung ohne Wind nun nicht ständig in ausgeknicktem Zustand verbleiben müssen, versieht man sie mit Spannschlössern, welche man nach fertiger Aufmontierung und Belastung ein wenig anzieht, so daß die Stangen straff werden.

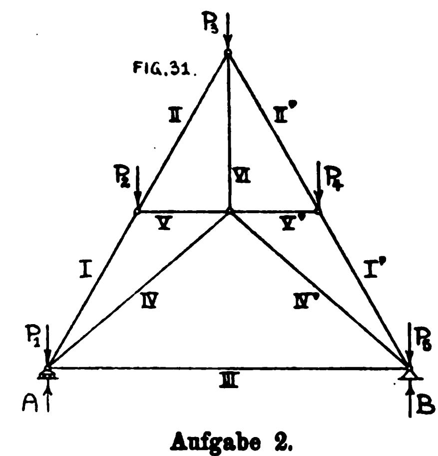
Wenn die Deformationsfigur eine Verlängerung des Nullstabes oder der Nullstäbe ergibt, dann entsteht durch die Deformation der andern in dem Nullstab Zug. Dieser würde alle Spannungen in seinem Einflußgebiet ändern. Wenn man daher bei der allmählichen senkrechten Belastung des Daches erkennt, daß die Nullstäbe sich spannen, dann läßt man die Spannschlösser ein wenig nach, bis zur Spannungslosigkeit.

b) Senkrechte Vollbelastung plus Wind von rechts, siehe zweite Deformationsfigur auf Blatt I: Die Figur kann nicht sofort auf das Blatt gesetzt werden, weil Stab VI nicht senkrecht bleibt wie im vorigen Fall, sondern man muß diese Figur zuerst auf einem Nebenblatt entwerfen und dann so auf das Hauptblatt umzeichnen, daß III in die Horizontale fällt. Auch diese Figur zeigt, daß der Nullstab IV verkürzt wird, also Deformationsdruck erhält. Die Länge dieses Nullstabes wird natürlich jetzt nicht durch Anziehen des Spannschlosses verkürzt, sondern wenn Wind auf das Dach drückt, läßt man den Deformationsdruck im Nullstab und ändert nichts am Spannschloß, denn diese Deformation dauert ja nur solange der Wind herrscht.

Die Deformationsfiguren müssen, wenn man zuverlässige Resultate haben will, in sehr viel größerem Maßstab gezeichnet werden als dies auf den Blättern I und II geschehen konnte.

Es wird nicht uninteressant sein zu erfahren, welche Wegrichtungen die einzelnen Knoten einschlagen, um von ihrer ursprünglichen zu ihrer neuen Lage zu gelangen. Man decke deshalb den Binder in ursprünglicher Form auf den deformierten, so daß die festen unbeweglichen Lager aufeinanderfallen. Dann zeichne man noch einige Deformationsfiguren und markiere sie, wie dies auf Blatt I geschehen ist, durch die Knotenpunkte. Die Verbindungen aller zu je einem Knoten gehörigen Punkte sind die Knotenwege. Diese sind, wie die Figuren auf Blatt I zeigen, keine Geraden, sondern Kurven. Natürlich sind von den Knotenwegskurven nur die ersten Millimeter wirklicher Länge am Ursprungsknoten die wirklichen Verschiebungen.

Williots Verschiebungsplan ergibt, weil die Winkelveränderungen unberücksichtigt sind, gerade Verschiebungslinien. Diese sind die Tangenten an meine Verschiebungskurven durch die Ursprungspunkte. Da nun die wirklichen Verschiebungen nur ganz kurze Strecken am Anfang der Kurven sind, so können die geraden Verschiebungslinien Williots als ziemlich richtig angesehen werden. Ein Vorteil des Williotschen Verfahrens gegenüber dem meinigen ist der, daß man genauere Untersuchungen anstellen kann, weil man nur mit den Deformationen arbeitet, also in großem Maßstab zeichnen kann, während ich noch die Stablängen benötige, also in sehr viel kleinerem Maßstab zeichnen muß. Genaueste Lösungen geben aber beide Methoden nicht, da die Voraussetzung der Beweglichkeit und Reibungslosigkeit der Knoten nicht zutrifft, wir vielmehr teils feste, teils bewegliche Knoten haben. Ich habe aber dennoch meine Deformationspläne vorgeführt, weil sie anschaulicher als Williots Pläne sind, und weil sie zu vorliegendem Zweck genügen.

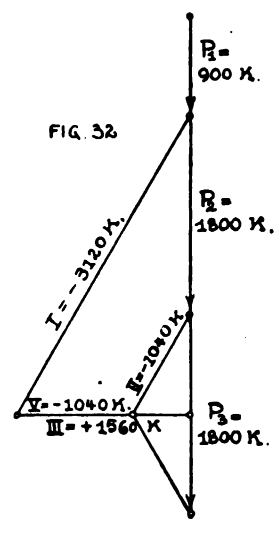


Aufgabe 2.

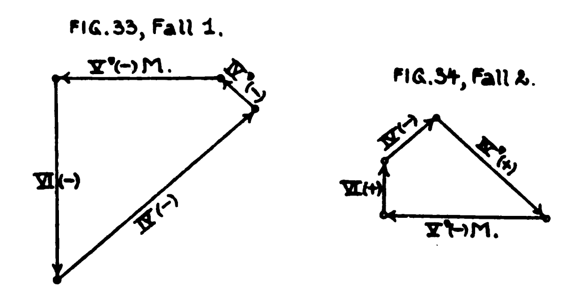
Die Stäbe V und V' des vorigen Binders werden in die Horizontale gerückt, Fig. 31.

a) Senkrechte Vollbelastung. Um für die Gegenkraftwirkung gegen P_3 eine eindeutige Lösung zu finden, werden, wie in der vorigen Aufgabe, Stäbe IV und IV' als Stangen angelegt, die nur ziehen können, so daß also als Gegenkräfte gegen P_3 nur II (—) und II' (—) in gleicher Größe auftreten, siehe oben bei Aufgabe 1. Gegen P_2 wirken I (—) und V (—), gegen P_4 wirken I' (—) und V' (—). Da infolge der symmetrischen Belastung V (—) = = V' (—) ist, so halten diese beiden Kräfte sich gegenseitig im Gleichgewicht, ohne andere Seitenkräfte zu entsenden. P_1 und P_5 finden in den Lagern ihre direkten Reaktionen und erzeugen keine Spannungen in den Binderstäben.

Resultat. Wenn Stäbe IV und IV' als Stangen angelegt werden, dann bleiben bei senkrechter Vollbelastung VI, IV, IV' spannungslos. Hiernach ist die Zeichnung des Kräftebildes sehr einfach: Aus P_3 ermittelt man II (—) und II' (—), aus II (—) und P_2 bestimmt man I (—) und V (—) usw. Um keine neue Zeichnung anfertigen zu müssen, nehme ich die Verhältnisse der Aufgabe 1 auf Blatt I mit denselben Belastungen. Die Stabspannungen lassen sich aus dem Kräfteplan für die erste Aufgabe ohne weiteres ablesen, siehe Fig. 32. Oder man geht von den zuvor ermittelten Reaktionen aus und bestimmt die Spannungen in I und III bzw. I' und III usw. unter Auslassung von IV, IV', VI.



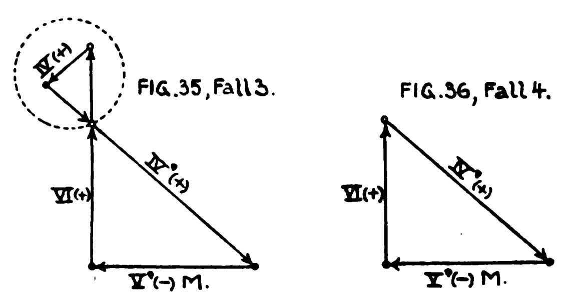
b) Senkrechte Vollbelastung plus Wind von rechts gegen die Seite des festen Lagers. Resultierende aus P_4 und $W_4 = R_4$ usw. Der Druck in V' gegen R_4 ist größer als der Druck in V gegen P_2. Ein direkter Ausgleich der sich entgegentretenden Kräfte ist nur auf die gleiche Spannungsgröße beider möglich. Was Stab V' an Mehrdruck zu leisten hat, muß sich am Mittelknoten nach IV, IV', VI oder nach zweien von diesen auflösen. Folgende Gegenkräfte gegen V' (—) M (Mehrdruck in V') lassen sich konstruieren:



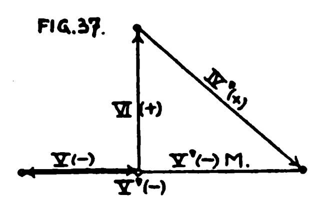
Die Gegenkräfte nach Fall 1, Fig. 33 und Fall 2, Fig. 34 sind unmöglich, da die Stangen IV und IV' keinen Druck übernehmen können.

Fall 3, Fig. 35. IV (+) und die Kraftteile von VI (+) und IV' (+) jenseits des Ueberschneidungspunktes halten sich allein im Gleichgewicht, fallen also als über-

flüssig fort. Wenn IV und IV' Stangen sind, dann sind die in Fall 4 Fig. 36 gezeichneten Zugspannungen in VI und IV' die einzig möglichen Gegenkräfte gegen den

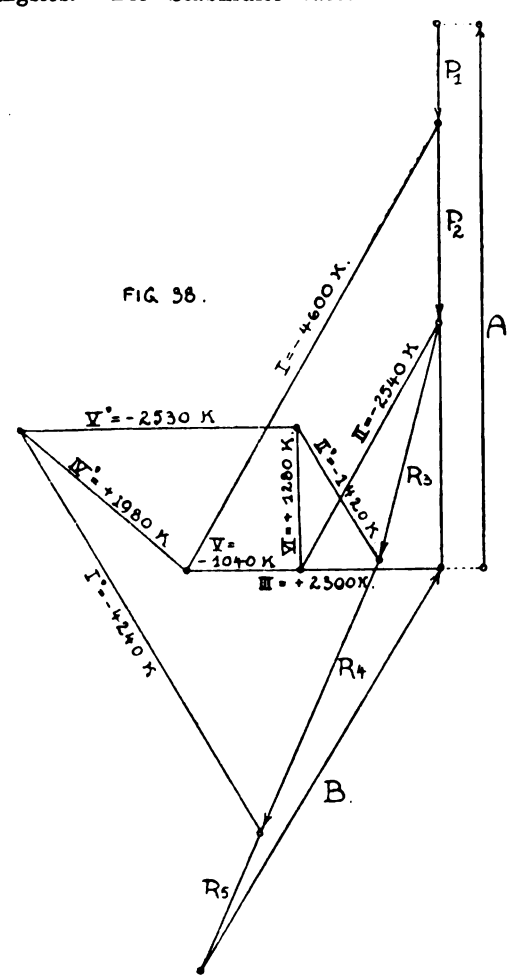


Mehrdruck in V' (V' (—) M). Die sämtlichen Kräfte am Mittelknoten sind in Fig. 37 zusammengestellt.



Der Zug in VI und die auf den Firstknoten wirkende Last R_3 finden in II (—) und II' (—) ihre Gegenkräfte.

Resultate. Bei Vollbelastung plus Wind von rechts bleibt Stange IV, bei Wind von links bleibt Stange IV' spannungslos. Die Stabkräfte lassen sich wie in den



früheren Fällen entweder durch direkte Kraftverfolgung oder durch die Reaktionsmethode bestimmen. Sie können aus den Kräfteplänen der Aufgabe 1 auf Blatt I mit der Punktierung — — — abgelesen werden. Danach sind die Stabspannungen gegen vertikale Vollbelastung plus Wind gegen die Seite des festen Lagers in Fig. 38 eingeschrieben.

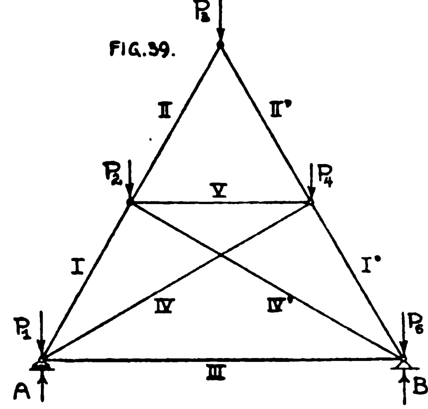
Bei Wind gegen die andere Seite sind die Spannungen umgekehrt dieselben wie im vorigen Fall, denn die Spannungen der gleichnamigen Stäbe vertauschen sich, d. h. Stab I erhält jetzt die Beanspruchung von I' im vorigen Fall usw. Eine Ausnahme macht die Horizontale zwischen den Lagern, welche bei Wind gegen die Seite des beweglichen Lagers eine Differenzspannung aus Druck und Zug, in diesem Fall Zug, erhält, siehe Blatt I, Fig. 7.

Wenn man aus den größten Beanspruchungen die Querschnitte ermittelt hat, können die Deformationsfiguren entworfen werden. Die Zeichnung derselben ergibt bei senkrechter Vollbelastung ohne Wind für die Nullstäbe IV und IV' weder Verkürzung noch Verlängerung, d. h. die Deformationen der gespannten Stäbe haben, nach der Zeichnung, keinen sichtbaren Einfluß auf die Nullstäbe IV und IV'. Deshalb wird der Monteur nach Fertigstellung und nach Belastung des Binders weder ein Anziehen noch ein Nachlassen der Spannschlösser für nötig befinden. Hingegen wird Stab VI, der bei senkrechter Vollbelastung ebenfalls spannungslos ist, durch Deformationsdruck erschlaffen, wenn sein unterer Knoten fest ist. Er muß dann ebenfalls als Stange mit Spannschloß angelegt werden, damit man nachspannen kann. Bei senkrechter Vollbelastung plus Winddruck erhält der jeweilige Nullstab Deformationsdruck. Das Ausknicken desselben wird **nicht** durch Anziehen des Spannschlosses aufgehoben!

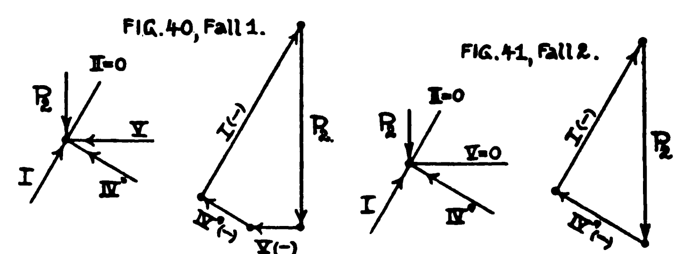
Aufgabe 3.

Die Belastungen und die äußere Form des Bindersystems sind die gleichen wie bei den vorigen Aufgaben.

Veränderungen. Stab VI wird ausgelassen, IV und IV' werden Kreuzdiagonalen, aus Stäben V und V' wird ein Stab, siehe Fig. 39.

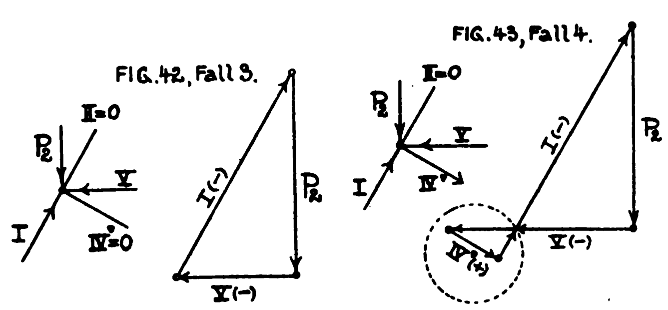


a) **Senkrechte Vollbelastung.** Als Gegenkräfte gegen P_3 können nur II (—) und II' (—) auftreten. Diese Spannungen gehen nach I und I' über und drücken gegen die Lagerknoten. Gegenkräfte gegen P_2: Sie können sich nur bilden in den Stäben I, IV', V, denn II kann gegen P_2 erstens deshalb keine Spannung übernehmen, weil diese am Firstknoten keinen Widerstand fände, zweitens eine Gegenkraft gegen P_2 in II nur Zug sein könnte und Zug in II gleichbedeutend ist mit Druck in I, siehe die diesbezüglichen Erklärungen zu Aufgabe 1.



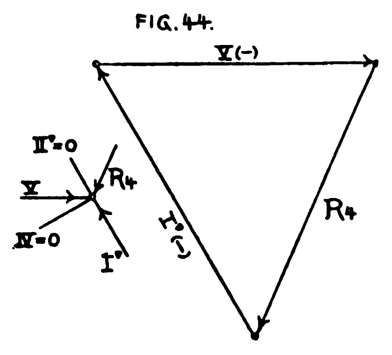
Die Gegenspannungen gegen P_2 in den genannten Stäben könnten, wenn alle Stäbe gleichwertig sind, nach Fig. 40 und 41 Druckspannungen sein. Eindeutige

Lösung: Wenn IV und IV' Stangen sind, die keinen Druck übernehmen können, so können nur I (—) und V (—) die Gegenkräfte gegen P_2 sein, IV' bleibt unbeansprucht, siehe Fig. 42 und 43. Hiermit ist die Auf-

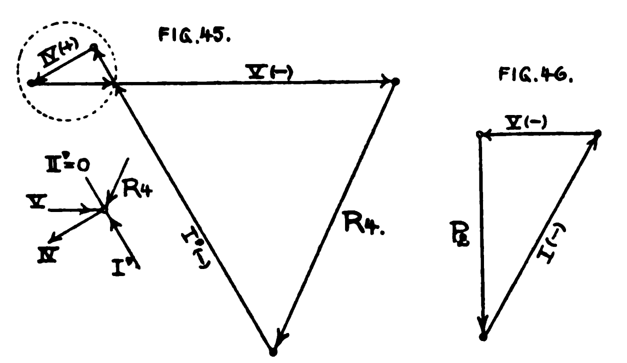


gabe gelöst. Bei senkrechter Vollbelastung bleiben die Stangen IV und IV' spannungslos. Der Kräfteplan ist derselbe wie bei der zweiten Aufgabe.

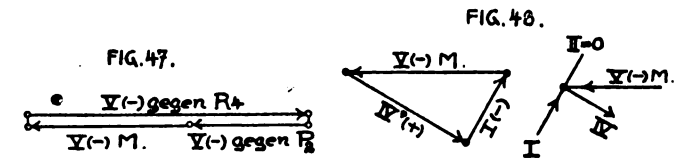
b) Winddruck plus senkrechte Vollbelastung. Wind von rechts gegen die Seite des festen Lagers: R_3 findet in II (—) und II' (—) ungleich große Gegenkräfte.



Gegen R_4 können nur I' (—) V (—) wirken, denn Stange IV kann keine Spannung übernehmen, siehe Fig. 44 und 45. Nun ist aber der Druck, den Stab V gegen R_4 leisten

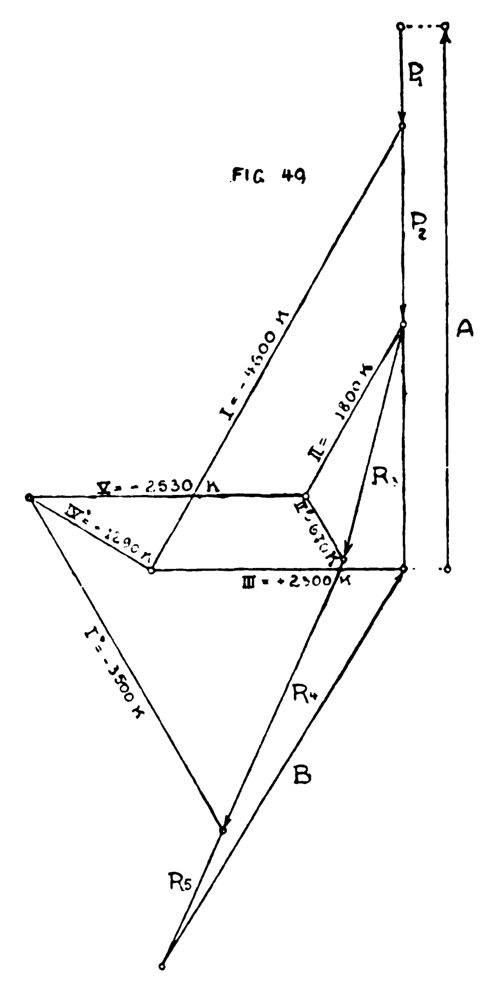


muß, größer als derjenige, den er gegen P_2 ausübt, vergleiche Fig. 44 mit Fig. 46. Diese beiden Druckspannungen können sich nur auf die gleiche Größe aus-



lösen, siehe Fig. 47, was V an Mehrdruck gegen R_4 aufbietet V (—) M, das drückt auch auf die Gegenseite an den Knoten bei P_2 und muß hier, damit Gleichgewicht besteht, Gegenkräfte finden. Diese können ganz eindeutig nur in I und IV' entstehen, und zwar übernimmt I Druck und IV' Zug, siehe Fig. 48. **Ergebnis:** Bei Wind von rechts bleibt Stange IV spannungslos, Stange IV' wird gezogen. Bei Wind von links bleibt IV' spannungslos, IV wird gezogen.

Die Stabspannungen gegen Wind von rechts (Seite des festen Lagers) plus senkrechte Vollbelastung lassen sich aus dem Kräfteplan der ersten Aufgabe (auf Blatt I) mit der Punktierung —·—·—·— ablesen, siehe Fig. 49.



Die Spannungen gegen Wind von links (Seite des beweglichen Lagers) und senkrechte Vollbelastung sind umgekehrt gleich denen des anderen Belastungsfalles mit Ausnahme von Stab III.

Die statischen Bedingungen des Binders sind folgende:

n Knoten = 5, 2 n Gleichungen = 10.
6 vollwertige Stäbe = 6 Unbekannte,
2 halbwertige Stäbe = 1 „
3 Auflagerdrucke = 3 „
= 10 Unbekannte.

Die Deformationen ergeben 1. bei senkrechter Vollbelastung ohne Wind einen kleinen Deformationsdruck in den Nullstäben IV und IV', der durch gelindes Anspannen der Spannschlösser aufgehoben wird, 2. bei senkrechter Vollbelastung plus Wind von rechts Deformationsdruck im Nullstab IV, 3. bei senkrechter Vollbelastung plus Wind von links Deformationsdruck im Nullstab IV'.

(Schluß folgt.)

Zeitschriftenschau.

A. Hochbau,

bearbeitet von Reg.-Baumeister Dr.-Ing. Meyer in Hannover.

Kunstgeschichte.

Geschichtliche Entwickelung des Kirchengrundrisses; von Alph. Gosset. — Mit Textfig. (Construct. moderne 1913, S. 182, 194.)

Florentinische Handzeichnungen berühmter Architekten; von Alfredo Melani. — Mit Abb. von Handzeichnungen von Benedetto de Rovezzano (1474—1554), Antonio Sangatto d. Aelt. (1445—1534), Sansovino (1460 bis 1529) und Michel Angelo (1475—1564). (Construct. moderne 1913, S. 207.)

Farbige Stuckdecken in Rom; von Alfredo Melani. (Construct. moderne 1912, S. 603, 614.)

Burgruine Landskron an der Ahr; von Reg.- und Baurat v. Behr. — Mit 17 Textabb. (Z. f. Bauw. 1912, S. 379.)

Erneuerte Jakobikirche zu Chemnitz; Arch. Schilling und Graebner. Meisterhafte Erneuerung in neuzeitlichen Formen. — Mit zahlreichen Textfig. (Kirche 1912, S. 277.)

Wiederherstellung des Portalgitters und der Communs des Schlosses Villepreux; Arch. M. Cochet. Gitter in reicher barocker Schmiedearbeit; Communs in schlichter Bauweise in Werkstein mit Mansardendach, enthaltend Wohnungen für Gärtner, Jäger, Kraftwagenführer und Heizer. — Mit 2 Tafeln und Textfig. (Construct. moderne 1913, S. 163.)

Palmyra, die sterbende Trümmerstadt; von Geh. Oberbaurat Stübben. Mahnruf zur Erhaltung der vom Verfall bedrohten umfangreichen und unersetzlichen Architekturreste. — Mit 41 Textabb. und 3 Tafeln. (Z. f. Bauw. 1912, S. 333.)

Chinesische Dachformen; neuer Versuch zur Widerlegung der Zelttheorie; von Regierungsbaumeister Mahlke. — Mit 35 Textabb. und 3 Tafeln. (Z. f. Bauw. 1912, S. 399.)

Oeffentliche Bauten.

Gebäude für kirchliche Zwecke. Kapelle in Hessenwinkel; Arch. Jürgensen und Bachmann. — Grundriß und 2 Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 418.)

Kirche mit Pfarr- und Gemeindehaus in Karlshorst; Arch. Jürgensen und Bachmann. — Mit Grundriß und 2 Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 413.)

Heiligkreuzkirche in Wilmersdorf; Arch. Hasak. — Mit Grundriß und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 43.)

Evangel. Kirche mit Doppelpfarrhaus in Görlitz; Arch. Stadtbaurat Wagner. Wettbewerbsentwurf. — Mit Textfig. (Kirche 1913, S. 21.)

Königin-Luise-Gedächtniskirche in Breslau. Wettbewerbsentwurf von Stadtbaurat Wagner in Glogau und Arch. Gommlich. — Mit Abb. (Kirche 1913, S. 21.)

Pommersche Landkirchen; Arch. Regierungsbaumeister Walter Rassow. Kirchen in Grabow bei Labes, Loppnow, Welschenburg, Maldewin, Stargard, Bovitz und Prust. — Mit Abb. (Kirche 1913, S. 2.)

Wallfahrtskapelle Notre-Dame in Folgoët (Finistère); Arch. Chaussepied. Offener spätgotischer Hallenbau. — Mit Textabb. und 1 Tafel. (Construct. moderne 1913, S. 185.)

Kirche St. Jean-Balanant-en-Plouvien. Aufnahme-Zeichnungen des Arch. Chaussepied, ausgestellt im Salon der französ. Künstler in Paris. Kleine, zweischiffige Anlage um 1400; Flachtonne. — Mit Textfig. und 1 Tafel. (Construct. moderne 1913, S. 171.)

Kirche auf Schienen; von A. Ricker. Beschreibung und Abbildung eines zur Ausbreitung des Katholizismus in Nordamerika eingeführten Eisenbahnwagens für kirchliche Zwecke. (Kirche 1912, S. 264.)

Gemeindehäuser; von Geh. Baurat Wanckel. Gemeindehaus in Potsdam (Arch. Stephanowitz), desgl. der St. Pauli-Gemeinde zu Chemnitz (Arch. Straumer), Philippshaus in Marburg i. H. (Arch. Eichelberg und Dauber), Lutherhaus in Plauen (Arch. Alfr. Müller). — Mit Abb. (Kirche 1912, S. 284.)

Synagoge in Berlin, Fasanenstraße; Arch. Hessel. Grunderwerb 650 000 M., Baukosten 1 300 000 M. 2000 Plätze. — Mit Textfig. (Kirche 1913, S. 45.)

Neue Synagoge in Mainz; Arch. Graf. Schlichte Barockformen. Kuppel 25 m hoch und 27 m Durchmesser. — Mit 1 Ansicht. (Kirche 1912, S. 267.)

Gebäude für Verwaltungszwecke. Entwurf zu einem Parlamentsgebäude. Preisaufgabe des Roux-Wettbewerbs der Académie des Beaux-Arts in Paris. — 2 Tafeln. (Construct. moderne 1912, II, S. 66.)

Neubau der Oberrechnungskammer in Paris; Arch. Moyaux. Monumentaler Werksteinbau in Renaissanceformen. — 7 Tafeln und Textfig. (Construct. moderne 1912, II, S. 98, 111.)

Feuerwehrgebäude in Nikolassee. Arch. Bruno Möhring. — 1 Farbentafel. (Berliner Arch.-Welt 1913, S. 1.)

Gebäude der Handelskammer in Bourges; Arch. Pascault. Französische Renaissance. — Mit Textfig. und 2 Bildbeilagen. (Construct. moderne 1912, S. 472.)

Neues Stadthaus in Berlin; Arch. Ludwig Hoffmann. — Mit 32 Textabb. und 2 Tafeln. (Z. f. Bauw. 1912, S. 351.)

Vereinshaus der Berliner Rechtsanwaltschaft in Schöneberg; Arch. Schmieden und Boethke. Schlichte Biedermeierformen. — Mit Grundrissen, Ansicht und Einzelheiten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 440.)

Neues Zollgebäude in Selzaete (Belgien); Arch. van Krickinge. Backsteinbau mit Werksteinarchitektur. — Mit 3 Ansichten. (Construct. moderne 1912, S. 522.)

Gebäude für Unterrichtszwecke. Realgymnasium für Grünberg i. Schlesien; Arch. Gebr. Ratz. — 1 Schaubild. (Berliner Arch.-Welt 1913, S 23.)

Gemeindedoppelschule in Steglitz; Arch. Regierungsbaumeister a. D. Müller. — Grundriß und 1 Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1913, S. 21.)

Gemeindehilfsschule in Wilmersdorf; Arch. Nitze. — Grundriß und Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 446.)

Volksschule und Kinderheim in Finsterwalde; Arch. Taut. — Mit Grundriß und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 358.)

Kleinkinder- und Haushaltungsschule in Stemmersberg; Arch. Bruno Möhring. — Grundrisse und 1 Schaubild. (Berliner Arch.-Welt 1913, S. 20)

Missionsseminar St. Joseph in Villepinte. U-förmiger Grundriß; nüchterne Architektur. Baukosten 354 000 M. — Mit Grundrissen und 2 Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 500.)

Kollegiengebäude für Rechts- und Staatswissenschaften der Universität Buenos-Aires; Arch. Prins. Moderne Gotik; Werksteinbau von 88 × 92 m. — Mit 3 Tafeln und Textfig. (Construct. moderne 1912, II, S. 50.)

Gebäude für Gesundheitspflege und Rettungswesen. Kurhaus Triberg im Schwarzwald; Arch. Siedle. Malerisch gruppierte Fachwerkbauten. — Lageplan und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 443.)

Entwurf zu einem Kasino für einen Badeort. Rom-Preis der Pariser École des Beaux-Arts für 1912. Abbildung der drei preisgekrönten Entwürfe. Durchweg überladene Barockformen. (Construct. moderne 1912, S. 557.)

Kasino in Cannes; Arch. Mari. — Mit zahlreichen Textfig. und Bildbeilagen. (Construct. moderne 1912, S. 482.)

Wohltätigkeitsanstalten. Josefstift in Bad Tölz; Arch. Stadtbaumeister Freisl. Baukosten 75 000 M. 1 cbm 13,50 M. (Kirche 1913, S. 52.)

Gebäude für Kunst und Wissenschaft. Neues Nationaltheater der Comédie Française; Arch. Castel. — Abb. des Modells und 4 Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 616.)

Gebäude für Ausstellungszwecke. Internationale Ausstellung in Barcelona 1911. Vorentwurf der Ausstellungsbauten von Arch. Gaillardin. — 1 Vogelschaubild und 1 Lageplan. (Construct. moderne 1912, Tafel 127/128.)

Das französische Haus auf der Turiner Weltausstellung 1911; Arch. Guilbert. — 3 Tafeln. (Construct. moderne 1912, II, Tafel 6/8.)

Ausstellung für Gartenkunst im Berliner Kunstgewerbemuseum; von Walter Schweß. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 356.)

Gebäude für Handelszwecke. Ostbank in Posen; Arch. Bielenberg und Moser. Eckgrundstück; Werksteinbau. — 3 Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1913, S. 5.)

Verwaltungsgebäude für die Mannesmann-Werke in Düsseldorf; Arch. Regierungsbaumeister Fischer. Zweckmäßige, schlichte, moderne Formen. — Mit Textfig. (Industriebau 1913, S. 77.)

Privatbauten.

Gasthäuser. Cumberland-Hotel (früher Boarding-Palast) in Berlin W; Arch. Leibnitz. — Mit zahlreichen Abb. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 399.)

Weinhaus Huth in Berlin, Potsdamer Straße; Arch. Heidenreich und Michel. Schlichte Formen. — Grundrisse und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1913, S. 13.)

Arbeiterwohnungen. Dreifamilien-Arbeiterhaus; Arch. Beutinger und Steiner. Im Erdgeschoß Stube, Kammer, Küche und Abort, im Dachgeschoß 1 Kammer. Baukosten 14 000 M. einschl. Nebenanlagen. — Mit Textfig. (Industriebau 1913, S. 23.)

Wohn- und Geschäftshäuser. Das französische Warenhaus im Gegensatz zum deutschen; von A. Wiener. Vergleichende Betrachtung der bedeutendsten französischen Warenhäuser. Auszug aus dem bei Wasmuth erschienenen Werk desselben Verfassers „Das Warenhaus". — Mit Abb. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 431.)

Geschäftshaus der Spiritus-Zentrale in Berlin, Schellingstr.; Arch. Zimmerreimer. — 5 Tafeln. (Berliner Arch.-Welt 1913, S. 8.)

Miethaus in Berlin, Kaiserallee 189; Arch. Klingenberg und Beyer. Eckgrundstück. — 1 Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 377.)

Haus Bal Tabarin in Berlin, Jägerstr.; Arch. Zimmerreimer. Garderobengeschoß, Saalgeschoß und Wohngeschoß. Schlichtes Aeußere. — Grundrisse, Ansicht und Einzelheiten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 438.)

Geschäftshaus Berlin, Oranienstr. 81/82; Arch. Koeppen. Schlichte moderne Formen. — Grundriß, Ansicht und Einzelheiten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 378.)

Geroldhaus in Berlin, Lützowstr.; Arch. Spalding. Biedermeierstil. — 1 Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 377.)

Wohnhaus Dr. Kunheim in Berlin, Bismarckstr. 4; Arch. Baumgarten. Vornehme Anlage in italienischer Renaissance. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 366.)

Miethaus in Berlin, Kaiserallee 31/31a; Arch. Linkenbach. — Grundriß, Ansicht und Einzelheiten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 380.)

Geschäftshaus in Berlin, Kronenstr. 17; Arch. Bing und Förstchen. Moderne, reiche Werksteinschauseite. — Grundriß, Ansicht und Einzelheiten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 375.)

Villa von Holländer in Grunewald; Arch. Kaufmann. 10 Zimmer und Zubehör. — Mit Grundriß und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 367.)

Villa Dr. Fränkel in Grunewald; Arch. Baumgarten. — Mit Grundriß und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 364.)

Landhaus Brüggemann in Grunewald; Arch. Wolff. Reiche Anlage. 11 Zimmer und Zubehör. Putzbau mit Fachwerk. (Berliner Arch.-Welt 1913, S. 32.)

Wohnhausgruppe in Wilmersdorf; Arch. Wiener und Paul Müller. — Grundriß und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 447.)

Villa Ashelm in Wannsee; Arch. Biberfeld. 7 Zimmer und Zubehör. — Grundriß und Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1913, S. 32.)

Villa Dr. Fürst in Westend; Arch. Rosin und Sternberg. 9 Zimmer und Zubehör. — Grundriß und Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1913, S. 24.)

Miethaus in Weißensee; Arch. Olszewski. Schlichte, aber ansprechende Ecklösung. — Grundriß und 2 Ansichten. (Berliner Arch.-Welt 1913, S. 16.)

Wohnhaus in Schöneberg; Arch. Jonatha. — Grundriß, Gesamtansicht und 2 Schaubilder des sehr reich ausgestatteten Vestibüls. (Berliner Arch.-Welt 1913, S. 18.)

Villa in Wannsee, Kleine Seestraße; Arch. Biberfeld. Schlichte Formen. — Grundriß und 2 Schaubilder. (Berliner Arch.-Welt 1913, S. 29.)

Landhaus in Zehlendorf-W.; Arch. Schreiber. 11 Zimmer und Zubehör. Schlichtes Aeußere. — 2 Grundrisse und Ansicht. (Berliner Arch.-Welt 1913, S. 27.)

Villa Musica in Beausoleil (Monaco); Arch. Durand. Baukosten 36 000 M. — Mit Grundrissen und 1 Tafel. (Construct. moderne 1912, II, S. 87.)

Landhaus in Fresselines; Arch. Geay. Baukosten 33 500 M. Ansprechende schlichte ländliche Formen. Bruchstein mit Fachwerk. Malerische Gruppierung. —

Mit Textfig. und 2 Tafeln. (Construct. moderne 1912, II, S. 39.)

Landsitz in Meulan; Arch. M. Roussi. Schlichter Bruchsteinbau; Halle in Fachwerk; unruhige Formen. — Textfig. und 3 Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 628.)

Miethaus in Neuilly; Arch. Poignant. Moderne Werksteinschauseite. — Mit 3 Tafeln und Textfig. (Construct. moderne 1912, II, S. 16.)

Villa Primerose in Nizza-Cimiez; Arch. Durand. Stil Ludwig XVI. 12 Zimmer und Zubehör. — 1 Tafel. (Construct. moderne 1912, II, S. 88.)

Kleinwohnungen in Paris, Boulevard Davoust. Mietpreis einer Wohnung mit Schlafzimmer, Kinderzimmer, Eßzimmer und Küche 320 M. — Mit Grundrissen und Ansichten. (Construct. moderne 1912, S. 531.)

Moderne Pariser Wohnhausschauseiten. Abbildung der durch die Stadt Paris mit einem Preise ausgezeichneten besten Wohnhausschauseiten. — 10 Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 581, 593, 605.)

Miethaus in Paris, Rue George-Sand; Arch. Delay. Eckgrundstück. 8 Geschosse. — Grundrisse und 3 Tafeln. (Construct. moderne 1912, S. 508.)

Einfamilienhaus Avenue Charles Floquet in Paris; Arch. M. Sigwalt. Kleiner vornehmer Bau. — Mit Grundrissen und 4 Tafeln. (Construct. moderne 1913, S. 196.)

Kaufhaus Potin in Paris, Boulevard Sébastopol; Arch. Lemaresquier. Eckbau mit 3 Straßenseiten; Grundriß in Kreisform. — Mit Grundriß und 3 Tafeln. (Construct. moderne 1912, II, S. 124.)

Villa in Royan; Arch. Roger Lhotellier. 10 Zimmer und Zubehör. (Construct. moderne 1913, S. 184.)

Haus Kress in Venedig; Arch. Narduzzi. Venetianische Palazzo-Gotik. — Mit Textfig. und 2 Tafeln. (Construct. moderne 1912, II, S. 27.)

Schloßbauten. Schloß des Barons de Barante in Compiègne; Arch. Lisch. Aufwendige Anlage mit großem Stallgebäude. Stil Louis XIII. — Mit Grundrissen, 4 Tafeln und Textfig. (Construct. moderne 1912, II, S. 4.)

Schloß Maisons-Laffitte; Arch. Mansart. Stil Louis XIV. Jetzt Museum. — 2 Tafeln des Inneren. (Construct. moderne 1912, S. 541.)

Werkstatt- und Fabrikgebäude. Eisen im Bauwesen: die Eisenkonstruktionen des industriellen Hochbaues; von Franz Czech. — Mit Textfig. (Industriebau 1913, S. 25, 51, 74.)

Braunschweiger Roggenmühle in Lehndorf bei Braunschweig; Arch. Orlishausen. — Mit Textfig. (Industriebau 1913, S. 38.)

Neubau einer Glockengießerei in Alsenborn; Arch. Seeberger. (Industriebau 1913, S. 22.)

Sieberei und Brikettfabrik in Darmanesti (Rumänien); Arch. Regierungsbaumeister Erberich. — Mit Textfig. (Industriebau 1913, S. 8.)

Faguswerke in Alfeld a. d. Leine; Arch. Walter Gropius. — Mit zahlreichen Textfig. (Industriebau 1913, S. 11.)

Neubauten der Saline Friedrichshall bei Jagstfeld; Arch. Oberbaurat Beger. — Mit Textfig. (Industriebau 1913, S. 47.)

Fabrikneubau Huttenlocher in Eßlingen; Arch. Junge. — Mit zahlreichen Textfig. (Industriebau 1913, S. 33.)

Fabrik elektrischer Zünder in Köln-Niehl; Arch. E. O. und Ernst Scheidt jun. — Mit Textfig. (Industriebau 1913, S. 22.)

Möbelfabrik Kother und Barth in Zittau; Arch. Gerlach. — Mit Textfig. (Industriebau 1913, S. 53.)

Großbuchbinderei Sperling in Leipzig; Arch. Händel und Franke. Moderne Barockformen. — Mit zahlreichen Textfig. (Industriebau 1913, S. 56.)

Kraftwagenschuppen in Köln, Antwerpener Straße; Arch. Regierungsbaumeister a. D. Stirn. 25 verschließbare Zellen für Kraftwagen nebst zahlreichen Nebengelassen. Schlichte, ansprechende Schauseite. — Mit Textfig. (Industriebau 1913, S. 62.)

Zechenanlage „Schacht Emil" für die Gewerkschaft Königin-Elisabeth in Essen; Arch. Regierungsbaumeister Fischer. — Mit zahlreichen Abb. (Industriebau 1913, S. 82.)

Zechenanlage der Jakobischächte für die Gutehoffnungshütte in Oberhausen; Arch. Regierungsbaumeister Fischer. Moderne Backsteinformen. — Mit Lageplan, Schaubildern und zahlreichen Ansichten. (Industriebau 1913, S. 81.)

Denkmäler und Denkmalpflege.

Statuen des Nicolas Rolin und seiner Frau; Bildhauer Bouchard. Gotische Auffassung. — Mit Abb. (Construct. moderne 1912, II, S. 38.)

Grabmal für die Opfer des französischen Lenkballons „République"; Bildhauer Bouchard. Vier liegende Figuren. — Mit Textfig. (Construct. moderne 1912, II, S. 38.)

Kunstgewerbe.

Schmiedeeiserne Hängeschilder. Drei Schilder nach Art der Wirtshausschilder. — Mit Abb. (Construct. moderne 1912, S. 497.)

Kirchenmalereien von Fr. Wolters. Ausmalung der Kirchen in Loggow und Buchow-Carbcow. — Mit Abb. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 423.)

Deutsche kirchliche Glasmalerei der neuesten Zeit; von H. Schmitz. — Mit zahlreichen Textfig. (Kirche 1913, S. 26.)

Städtebau.

Geländeplastik und Bebauungsplan; von Vermessungsdirigent Abendroth. (Städtebau 1912, S. 75.)

Kunst und Großverkehr; von Dr. Schmidtkunz. (Städtebau 1912, S. 67.)

Industriebauten im Stadtbilde; von Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Rappaport. (Industriebau 1913, S. 2.)

Bedeutung der Gärten für das Sommerklima der Großstädte; von Prof. Nußbaum. (Städtebau 1912, S. 78.)

Grundlagen unseres Städtebaues in neuer Beleuchtung; von Walter Schweß. (Städtebau 1912, S. 129.)

Psychologie der Grundstückspreise; von Dr. Strehlow. (Städtebau 1912, S. 103, 116.)

Normalgrundrisse für Miethäuser; von Stadtbaurat Bohrer. Veranlassung und Ergebnis einer Rundfrage der Stadt Aachen. Ein Beitrag zur Bauordnungs- und Wohnungsfrage. — Mit Textfig. und 3 Tafeln. (Städtebau 1912, S. 97, 110, 123.)

Ansbach. Städtebauliche Studie von Dipl.-Ing. Reuter. — Mit Textfig. und 2 Tafeln. (Städtebau 1912, S. 77.)

Stadtbild der englischen Stadt Bath; von Hans Bernoulli. — Mit Textfig. und 1 Doppeltafel. (Städtebau 1912, S. 114.)

Berliner Siegesallee. Studie von Br. Schwan. — Mit 1 Tafel. (Städtebau 1912, S. 81.)

Braunschweigs Plätze und Denkmäler in ihren planmäßig überlegten Beziehungen; von Klaiber. — Mit 2 Tafeln. (Städtebau 1912, S. 102.)

Umgestaltung des Universitätsplatzes in Breslau; Vorschlag des Baurats Grosser. — Mit 2 Tafeln. (Städtebau 1912, S. 49.)

Stadtplan von Brügge im 16. Jahrh.; von Cornelius Gurlitt. — Mit 1 Lageplan. (Städtebau 1912, S. 65.)

Bebauungsplan der Stadt Bunzlau; von Theod. Goecke. Wettbewerbsentwurf des Arch. Müller und Dipl.-Ing. Jacob. — Mit Textfig. und Abb. (Städtebau 1912, S. 61.)

Kleinwohnungsanlage Düsseldorf-Volmerswerther Chaussee; Arch. Regierungsbaumeister Fischer. Das Gelände ist durch eine Privatstraße aufgeschlossen. Jede der Kleinwohnungen hat Küche, 2 Stuben und Zubehör. Die Anlage einer Diele bei derartig kleinen Verhältnissen ist auffallend. Das Aeußere ist in Form und Farbe schlicht und ansprechend gehalten. — Mit Lageplan, Ansichten und Schaubildern. (Industriebau 1913, S. 94.)

Bebauungsplan für die Gemeinde Irchwitz bei Greiz; von Theod. Goecke. — Mit Straßenprofilen und 1 Doppeltafel. (Städtebau 1912, S. 73.)

Städtebaufrage in Karlsruhe; von Theod. Goecke. (Städtebau 1912, S. 126.)

Wettbewerb zur Ausgestaltung des neuen Bahnhofsplatzes in Karlsruhe; von Theod. Goecke. Entwürfe der Arch. Moser, Vittali, Seemann. — Mit 5 Tafeln. (Städtebau 1912, S. 126.)

Vorschläge zur Bebauung der Frankfurter Wiesen in Leipzig (s. **1913**, S. 315); von Theodor Goecke. Entwürfe von Arch. Lange und Löcher, Bruno Möhring, Ing. Mürdel, Arch. Rummel und Dipl.-Ing. Rummel, Arch. Groß, Arch. Bercher und Veil und Dipl.-Ing. Magenau, Stadtbauinsp. Wolf, Arch. Schumann, Arch. Wehling, Arch. Lossow und Kühne. — Mit zahlreichen Abb. und Tafeln. (Städtebau 1912, S. 85.)

Leipziger Plätze; von Theod. Goecke. — Mit 1 Lageplan. (Städtebau 1912, S. 100.)

Bebauungsplan für Leipzig-Möckern; von Stadtbauinsp. Strobel. Entwurf des Arch. Strobel. — Mit 3 Tafeln. (Städtebau 1912, S. 109.)

Bebauung des Willmannschen Geländes in Schöneberg (s. **1913**, S. 315); Arch. Stadtbauinsp. Wolf. — Mit 1 Lageplan, 1 Textfig. und 4 Tafeln. (Städtebau 1912, S. 52.)

Verschiedenes.

Wettbewerb Achille Leclère 1912: Entwurf zu einem Palmenhaus. Abbildung des preisgekrönten Entwurfs von Maxime Petit. (Construct. moderne 1912, S. 509.)

Arbeiten des Bildhauers Otto Stichling †; Lebensbeschreibung von Hans Schliepmann. — Mit zahlreichen Abb. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 41.)

Julius Habicht †; Lebensbeschreibung von W. C. Behrendt. — Mit Abb. des Reichsbankgebäudes in Essen. (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 387.)

Heinrich Seeling; Lebensbeschreibung von Hans Schliepmann. — Mit zahlreichen Abb. ausgeführter Bauten. (Sonderheft.) (Berliner Arch.-Welt 1912, S. 473.)

B. Heizung, Lüftung und künstliche Beleuchtung,

bearbeitet von Dr. Ernst Voit, Professor in München.

Heizung.

Untersuchung und Bewertung der Brennstoffe und die Frage der Heizwertgewähr. Dipl.-Ing. A. Zschimmer behandelt die Frage der Möglichkeit und Durchführbarkeit des Einkaufs der Brennstoffe nach ihrem Heizwerte. Vorangehend werden der Begriff des Heizwertes und seine Bestimmungen sowie die Bestimmung des Gehaltes der Brennstoffe an Wasser, Asche, Koke und flüchtigen Bestandteilen erörtert. Es wird nachgewiesen, daß die aus den Heizwertbestimmungen sich ergebenden Unsicherheiten im ungünstigsten Fall ± 13 W.E. betragen. In einer Zahlentafel sind für 100 verschiedene Brennstoffe der Gehalt an Wasser, Asche und brennbarer Masse und der Heizwert zusammengestellt. Danach ist die Bewertung der Kohlen nach ihrem Heizwerte als gerechtfertigt zu bezeichnen. Die Entnahme der Proben erfolgt am besten bei Anlieferung bzw. Abladen der Kohlen im Werk. Um ein Urteil über den durchschnittlichen Wert der Kohle zu gewinnen, muß man monatlich wenigstens zwei Stich- oder Sammelproben untersuchen; auch zur Feststellung der Einhaltung einer vertraglich zugesicherten Brennstoffbeschaffenheit können zwei Proben im Monat genügen, besser sind aber drei Proben. Werden die Kohlen nach dem Heizwert bezahlt, so sind im Monat wenigstens vier Proben erforderlich. (Z. d. Bayer. Rev.-Ver. 1913, S. 44, 56, 65, 75.)

Berechnung des Wärmebedarfes zur Beheizung von Wohnräumen; von C. A. Gullino. Zwecks genauer Feststellung des Wärmebedarfes von Wohnräumen sind die Wärmeverluste durch Transmission und durch Lufterneuerung voneinander zu trennen. Es ist ferner zu beachten, daß der Abkühlungsbeiwert (Empfindlichkeit) der Räume verschieden ist, und das kann durch verschiedene Außenlufttemperatur berücksichtigt werden, indem man hierfür die mittlere Temperatur der größten Kältewelle für Zeiten rechnet, die der Empfindlichkeit proportional sind. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 165.)

Lamellenkalorifer von Prof. Junker. Das Heizmittel (Dampf oder Warmwasser) fließt durch flache Kanäle, die etwa 50 ^{mm} voneinander entfernt stehen und durch dünne Kupferblech-Lamellen miteinander verbunden sind. Mit Zeichnungen. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 53.)

Brico-Kessel, ein neuer Braunkohlenbrikett-Kessel; von Ober-Ing. Weilard. Der Kessel ist vom Strebelwerk in Mannheim gebaut. Günstige Versuche sind mit ihm 1912 vom Sächsischen Dampfkessel-Revisionsverein angestellt. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 156.)

Gasheizung für ein Ausstellungsgebäude. Eine Bahnhofhalle von 130000 ^{cbm} wurde mit 404 Gasöfen für je 0,6 bis 1 ^{cbm} Gasverbrauch geheizt. Die jährlichen Kosten betragen bei einem Gaspreis von 8—10 Pf. für 1 ^{cbm} nahe das Doppelte der gewöhnlichen Heizung mit Kohlenfeuerung, es ist jedoch möglich, daß bei der wahrscheinlich nachlässigeren Bedienung der Dampfanlage die Kosten der Gasheizung denen der gewöhnlichen Heizung nahe kommen. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 175.)

Sulzer-Gasheizkessel. Das Heizgas durchströmt bei diesem Gliederkessel zuerst einen zuverlässigen Druckregler, darauf einen Wärmeregler und den Haupthahn und gelangt dann zu den Brennern. Die durch auf- und niedersteigende Kanäle geführten Verbrennungsgase geben ihre Wärme an das Heizwasser ab. Ausnutzung bei starker Belastung 78—82 %, bei geringerer Belastung bis zu 85 %. Die Kessel empfehlen sich bei billigem Gase, besonders bei Ferngasversorgungen. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 182.)

Heizkessel (Gliederkessel) von Marius Ramassot mit Gasfeuerung. Jedes Glied besteht aus einem ringförmigen Rohr, das zwischen zwei senkrechten Schenkeln eines Wasserkanales von umgekehrt U-förmiger Gestalt liegt und mit diesem verbunden ist; das Heizwasser durchströmt erst den Kanal und dann das Ringrohr. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 59.)

Regelung der Vorlaufwärme in dem Steigrohr von Wasserheizanlagen Krell sen. baut zwischen dem Vorlauf- und Rücklaufrohr am Kessel ein Umlaufrohr von gleicher Weite wie diese Rohre ein und setzt zwischen Kessel und Umlaufrohr ein Ventil. Wird das Ventil mehr oder weniger geöffnet, so tritt eine größere oder kleinere Menge heißen Wassers mit Kesseltemperatur in das Vorlaufrohr und mischt sich mit dem Wasser, das vom Rücklaufrohr durch das Umlaufrohr strömt. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 40.)

Heizung und Lüftung des Stadtbades in Mülheim a. d. Ruhr; von K. Klaus. Warmwasserheizung mit Pumpenbetrieb, bei der das Wasser durch Abdampf erwärmt wird. Zentrifugalventilatoren, die unmittelbar an Elektromotoren gekuppelt sind. In den Reinigungsräumen Abluftabsauger. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 41.)

Warmwasserheizung mit Pumpenbetrieb. Zwei Kurven zur Berechnung von Leitungen einer Fernwarmwasserheizung. Verteilung des Wasserlaufes in einem Kreislaufsystem; Verteilung unter reduziertem Druck; Temperaturdruck; statischer Druck im Kreislauf; Verwendung der Kurven. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 198.)

Niederdruckdampfheizung ohne Vertiefung der Kesselanlage und mit selbsttätiger Rückspeisung, ausgeführt in der Mechanischen Broschier-Weberei zu Elsterberg. Da die Heizkessel nicht so tief aufgestellt werden konnten, daß das Kondenswasser mit natürlichem Gefälle unmittelbar in sie zurückfließen konnte, war eine selbsttätige Einrichtung zu dessen Zurückführung nötig. Bei dieser Einrichtung wird eine elektrische Rotationspumpe durch einen Schwimmer betätigt, der sich in einem mit dem Kessel verbundenen Gehäuse befindet. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 169.)

Heizungs-, Lüftungs- und Dampfkraftanlagen in den Vereinigten Staaten von Amerika; von de Grahl. Gesichtspunkte, die bei den Heizungs- und Lüftungsanlagen in Amerika eingehalten werden; eingehende Beschreibung der Anlagen im Metropolitan-Kunstmuseum und im Neuen Theater in Newyork. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 145.)

Fernanzeiger, Signal- und Fernsprechanlagen für Fernheizwerke; von A. Zettler. Angewandt im Krankenhaus München-Schwabing und im Hauptbahnhof München. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 57, 79.)

Lüftung.

Bestimmung des stündlichen Luftwechsels für vollbesetzte Räume (Konzertsäle, Theater, Schulen usw.) bei einem nicht zu überschreitenden Feuchtigkeitsgehalt der Luft; von Prof. Dr.-Ing. Rietschel. Verfasser stimmt der Forderung Krells zu, daß bei Beurteilung von Lüftungsanlagen die höchste Raumtemperatur und der höchste Feuchtigkeitsgehalt als Grundlagen dienen müssen, möchte aber nicht allgemein die Bestimmung der Luftwechselgröße nach Maßgabe des Kohlensäuregehaltes ganz beiseite geschoben sehen. Menge der Wärme und des Wasserdampfes, die von Menschen abgegeben wird. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 37.) — Prof. H. Nußbaum stellt fest, daß vorstehendes mit seinem schon früher gemachten Vorschlag übereinstimmt und gibt Zahlen an. Durch Steigerung der Luftbewegung kann bei gleichbleibender Raumtemperatur eine Wärmestauung bei den Anwesenden vermieden werden. (Ebenda, S. 134.)

Feststellung der Bedeutung lebhafter Luftbewegung in hoch erwärmten Räumen mit wasserdampfreicher Luft. H. Nußbaum zieht aus einer Reihe von Versuchen den Schluß, daß dort, wo hohe Wärmegrade mit Wasserdampfreichtum der Luft gepaart sind, eine lebhafte Luftbewegung vor Wärmestauungen so lange zu schützen vermag, wie noch ein mäßiges Sättigungsdefizit an Wasserdampf vorhanden ist. Die Bewegung der Luft steigert die Wasserdampfabgabe vom Körper. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 181.)

Fensterlüftung mit Gebläselüftung zusammenwirkend. Die Anordnung vergrößert im allgemeinen die Menge der zugeführten Frischluft, ermöglicht die Zulassung von kalter Luft und eine zusätzliche Temperaturregelung und bildet so oft eine große Annehmlichkeit. Offene Fenster stören in der Regel nicht die Wirkung der Lüftungsanlage, falls diese nur richtig entworfen ist. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 167.)

Lüftungsfragen; Vortrag von D. Kimball, übersetzt von O. Ginsberg. Es ist u. a. festzustellen, welche Luftmengen, Raumtemperaturen, Temperaturwechsel und Feuchtigkeitsgrade der Luft am günstigsten sind; welche Rücksicht auf Luftbewegung, Staubgehalt und Gehalt von Beimengungen wie Kohlensäure, organische Bestandteile usw. zu nehmen ist; ob strahlende Wärme günstig wirkt; ob eine Beziehung zwischen Lüftung und Körperübung und Arbeit besteht, und ob die Lüftung auf einzelne Personen verschieden einwirkt. Auch so schon ist eine vollkommene Lüftung aller Gebäude zu befürworten durch Einführung von Frischluft und unter sorgfältiger Berücksichtigung der Beseitigung von Staub, der Befeuchtung der Luft und der Vermeidung von übermäßigen Temperaturen. Luftbewegung und Durchspülung der Räume ist erwünscht. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 183, 208.)

Lüftungskappen für Fabrikgebäude. Da Lüftungsdachreiter und mit Jalousien versehene Oeffnungen von geringer Wirkung sind, hat man in den Niederlanden eine neue Art von Lüftungskappen eingeführt, die sich gut bewährt haben sollen. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1913, S. 56.)

Künstliche Beleuchtung.

Neue Metalldampflampe mit weißem Licht. — Mit Abb. (Elektrot. Z. 1912, S. 917; Bayer. Ind.- u. Gewbl. 1913, S. 107.)

Vorsicht mit elektrischen Lampen. Ein Unfall ereignete sich dadurch, daß ein Arbeiter beim Kesselreinigen eine elektrische Glühlampe an der Schnur ergriff, um in den Kessel hineinzuleuchten. (Z. d. Bayer. Rev.-Ver. 1913, S. 8.)

Bogen- und Wolframlampen für Straßenbeleuchtung in kleinen Städten; von C. E. Stephens. Bei einer guten Straßenbeleuchtung sind zu beachten: gleichmäßige Lichtstärke, Lichtverteilung, Zerstreuung, Glanz der Lichtquellen und Schatten. Für kleine Städte sind dreierlei Straßen zu unterscheiden: öffentliche Plätze und Hauptgeschäftsstraßen mit erstklassiger Beleuchtung in der Höhe von 0,4—0,8 Lux, zweitklassige Straßen mit geringem Nachtverkehr und 0,25—0,4 Lux und drittklassige Straßen in äußeren Stadtteilen, bei denen nur an Straßenkreuzungen Richtlaternen aufgestellt werden. Als Lichtquellen dienen in der Hauptsache Bogenlampen, und zwar offene und geschlossene Kohlenbogenlampen, Metallflammenbogenlampen und eingeschlossene Kohlen-

flammenbogenlampen. Die Metallflammenbogenlampen haben die ersten beiden Arten verdrängt, die Kohlenflammenbogenlampen sind aber am wirksamsten. Auch die Wolframglühlampe wird für Straßenbeleuchtung verwendet. Ist die Zahl der verwendeten Bogenlampen groß, so kann man sowohl Metall- wie Kohlenflammenbogenlampen benutzen, bei geringer Zahl benutzt man Wechselstrom-Kohlenflammenbogenlampen und schaltet in den Wohnhausvierteln Wolframlampen in Reihe. Für die zweit- und drittklassigen Straßen sind am besten Wolframlampen. — Mit Abb. (Proceed. of the American Instit. of Electr. Eng. 1912, S. 509.)

Aufgaben der Innenbeleuchtung; von Jones. Eingehende Besprechung. Drei Arten der Bestimmung der Beleuchtung eines Raumes, angewandt auf die Beleuchtung eines Bankraumes in Newyork. (Proceed. of the American Instit. of Electr. Eng. 1912, S. 1127.)

Industrielle Beleuchtung und die Durchschnittsleistung der Beleuchtungsarten; von C. E. Clewell. Bis vor wenigen Jahren stellten nur die alte Bogenlampe und die Kohlenfadenglühlampe allein die große bzw. die kleine Lichteinheit dar; neuerdings finden als Verbesserungen der alten Bogenlampe die eingeschlossene Bogenlampe und die offene Kohlenflammenbogenlampe und als Verbesserung der Kohlenfadenlampe die metallisierten Fadenlampen, die Tantal- und Wolframlampe, Verwendung. Außerdem benutzt man die Moor-Röhre, die Nernstlampe und die Quecksilberdampflampe. Angabe der sphärischen Lichtstärken in Normalkerzen. Ferner werden die verschiedenen Einflüsse auf die Beleuchtung besprochen, nämlich das Reflexlicht, die Lichtstärke, die Lage der Arbeitsstellen, die Höhe der Decke, der Abstand der Lampen und die Höhe der Aufhängung. Auch über die Nutzleistung der Beleuchtung, d. h. das Verhältnis zwischen der gesamten auf die Arbeitsstelle fallenden Lichtmenge und der gesamten von den Lichtquellen ausgehenden Lichtmenge, sind praktische Ergebnisse zusammengestellt, wobei der Einfluß der Bestaubung bestimmt wird. Zum Schluß Beleuchtungskosten und die Zunahme der Beleuchtungsstärke in den letzten Jahren. — Mit Abb. (Proceed. of the American Instit. of Electr. Eng. 1912, S. 1321.)

Industrielle Beleuchtung; von C. L. Eshleman. Nachweis, daß eine wirksame, künstliche Beleuchtung notwendig ist und daß es nützlich ist, bestimmte Beleuchtungseinheiten festzustellen. Richtige Verwendung dieser Einheiten. Eine wirksame Beleuchtung ermöglicht große Ersparungen. — Mit Abb. (Proceed. of the American Instit. of Electr. Eng. 1912, S. 41.)

C. Wasserversorgung, Entwässerung und Reinigung der Städte,

bearbeitet von Dipl.-Ing. C. Kellner, Ingenieur der städtischen Kanalisation und Wasserwerke in Hannover.

Oeffentliche Gesundheitspflege.

X. Generalversammlung der Deutschen Gartenstadtgesellschaft. Als Hauptthema stand die Frage der Beseitigung und Verwertung der festen und flüssigen Abfallstoffe in Gartensiedlungen auf der Tagesordnung. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 200.)

Wirtschaftlichkeit kommunaler Badeanstalten; von W. Grunow. Die Bausummen weisen eine ständige Verteuerung der neueren Anstalten gegenüber den älteren auf. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 622.)

Statistik über den technischen Energiebedarf in neueren Krankenanstalten; von Dr. L. Dietz. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 637, 686.)

Volksbadeanstalten. Vortrag des Badeinspektors Nuß in Essen über ein Normalprojekt zur Verminderung der Anlagekosten. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 729.)

Wirtschaftlichkeit kommunaler Badeanstalten; von M. Nowotny. Erwiderung. Nur eine völlig einwandfreie Betriebseinrichtung leistet Gewähr für einen sparsamen Betrieb und eine billige Unterhaltung. Von Bedeutung ist die Handhabung, die Kontrolle des Betriebes. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 777.)

Hausbäder für Kleinwohnungen. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 780.)

Neue Verbrennungsanlage für städtische Abfallstoffe in Scattle, einer amerikanischen Großstadt von 250 000 Einwohnern. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 659.)

Müllverbrennungsanlage von Havana. Die Anlage zur Verbrennung städtischer Abfallstoffe jeder Art ist für die 300 000 Einwohner zählende Stadt in Betrieb genommen. Ausführung nach bewährtem englischen Muster mit Verbrennungszellen der Bauart Heenan. Vier Oefen von je 125 t Müll-Tagesleistung mit je 6 Verbrennungszellen. Kein Zusatz von Brennstoffen. Mittels der gewonnenen Energie sollen die Anstalt und einige Fabriken mit elektrischem Strom versorgt werden. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 826.)

Straßenstaubbekämpfung und Straßenstaubbindemittel. (Z. f. Tiefbau 1912, S. 97.)

Binden von Staub im Freien und in gedeckten Räumen. Staubbindemittel sind mit Säure behandelte Sulfitzellulose-Ablauge mit Teer, mit Lauge oder Salz behandeltes Kartoffel- und Stärkemehl, konzentrierte Seifenlösung mit Sägemehl, zerkleinerte Fichtennadeln usw. mit zerriebenem Bimsstein. (Städtereinigung 1912, S. 137.)

Sterilisation des Trinkwassers und der Luft durch Ozon; von Dr. H. Kühl in Kiel. Darstellung und natürliche Entstehung des Ozons; seine Verwendung zur Sterilisation von Trinkwasser; Bedeutung von Ozon-Belüftungsanlagen. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 227.)

Fortschritte auf dem Gebiete der Müllverbrennung; von H. Schaefer. Pneumatische Förderung heißer Flugstaubmassen nach Hartmann & Co. in Offenbach a. M. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 260.)

Feuerbestattung in Oesterreich und Errichtung des ersten österreichischen Krematoriums in Reichenberg in Böhmen. Das Krematorium darf erbaut, aber noch nicht benutzt werden. (Deutsche Bauz. 1912, S. 234.)

Ozon und seine Verwertung in der Belüftungstechnik und Trinkwasserreinigung. (Deutsche Bauz. 1912, S. 376.)

Feuerbestattung und Krematorien in Bayern. Durch den Verwaltungsgerichtshof in München wurde ausgesprochen, daß in keinem bayrischen Gesetz bis jetzt ein Verbot der Leichenverbrennung zum Ausdruck gekommen sei. (Deutsche Bauz. 1912, S. 876.)

Nueva Perla del Oceano in San Sebastian und ihre badetechnischen und maschinellen Anlagen. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 787.)

Zentralheizungen als Mittel zur Einschränkung der Rauchplage. (Oesterr. Wochenschrift f. d. ö. Baudienst 1912, S. 425.)

Wasserversorgung.

Allgemeines. Verhältnis der Menge des Niederschlages und des Sickerwassers nach englischen Versuchen; von Prof. Dr. Luedecke. (Kulturtechniker 1912, Heft 2; Gesundh.-Ing. 1912, S. 581.)

Rückgang der Quellen und Grundwässer; von Dr.-Ing. G. Thiem. (Wasser 1912, S. 490.)

Wasserversorgung und Wasserreinigung auf dem 15. internationalen Kongreß für Hygiene und Demographie in Washington. Behandlung von trübem Wasser mit Kalziumhypochlorit; Sterilisation des Wassers durch Ozon, ultraviolette Strahlen und Chloride; Hypochlorit zur Unterdrückung von Typhus; Filterung durch porige Massen; sanitäre Kontrolle der Wasserscheiden bei Verwendung von ungefiltertem Wasser. Besprechung. (Wasser und Gas 1912, S. 113.)

Hydrochemische Vorarbeiten bei Neuanlage von Grundwasserwerken; von Prof. Dr. Thiesing, Berlin. (Wasser und Gas 1912, S. 129.)

Kohlensauren Kalk angreifende Kohlensäure der natürlichen Wässer; von Dr. J. Tillmanns und O. Heublein. Nach Mitteilung einiger Fälle besonders schädlicher anfressender Wirkung freier Kohlensäure im Wasser sowie der Versuche von Schlösing und der Nachprüfung dieser durch andere Forscher, werden eigene eingehende Versuche über die Angriffslust der freien Kohlensäure auf kohlensauren Kalk und die ermittelten Beziehungen zwischen gebundener und freier Kohlensäure im natürlichen Wasser angeführt. Die gefundenen Zahlen stehen in gutem Einklang mit den Schlösingschen Versuchen. Die Ergebnisse ermöglichen für Entsäuerungs- und Enteisenungsanlagen die Feststellung des Gehalts an freier Kohlensäure, den man zur Vermeidung von Trübungen bzw. Wiedervereisenung zweckmäßig nicht unterschreitet. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 669.)

Rolle der Protozoen bei der Selbstreinigung stehenden Wassers; von Prof. P. Müller. (Archiv f. Hygiene 1912, S. 321; Gesundh.-Ing. 1912, S. 680.)

Grundwasserenteisenung in geschlossenen Systemen; von Dr. F. Bamberg. Unter Widerlegung der Ausführungen von Gartzweiler über Grundwasserenteisenung werden die Nachteile der Luftzuführung durch Schnüffelventile und die Vorteile des geschlossenen, mit Luftkompressor ausgestatteten Systemes besprochen. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 749.)

Inhalt der Hochbehälter bei Wasserversorgungsanlagen; von Dipl.-Ing. O. Walter. Beispiel einer Inhaltsberechnung. Bei Neuanlagen wird zweckmäßig die Dauer des Pumpbetriebes nur kurz angenommen und späterhin mit steigendem Wasserbedarf verlängert. (Z. f. Tiefbau 1912, S. 85.)

Oberflächenwasser und Grundwasser und die künstliche Erzeugung von Grundwasser. Das weiche und salzarme Oberflächenwasser hat nicht die gleiche gute Wirkung auf die Allgemeingesundheit wie Quell- und Grundwasser. Das künstliche, durch Versickerung erzeugte Grundwasser ist in dieser Hinsicht dem Oberflächenwasser vorzuziehen. (Z. f. Tiefbau 1912, S. 127.)

Filterung des Wassers; von H. Eger. Beschreibung einer Anzahl von der Sucrofiltergesellschaft ausgeführter Filteranlagen zur Reinigung von Oberflächenwasser durch Feinquarzkies-Filterapparate mit einfacher Rückspülvorrichtung oder Luftrührgebläse und mit festem und verstellbarem Rührwerk; ferner mit Klärbehälter und Heberklärkessel und automatischer Laugenmessung für Vorbehandlung. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 161.)

Neuere Sterilisierungsmethoden für größere Wassermengen, ihre technische und wirtschaftliche Anwendbarkeit (s. **1913**, S. 175); von Direktor Peter. (Wasser 1912, S. 678, 702, 728.)

Wasserwerksfragen in Deutschostafrika; von Obering. Bergmann. — Mit Abb. (Wasser 1912, S. 797, 822.)

Wasserversorgung in französischen Städten von Chefing. Lidy. (Wasser 1912, S. 799.)

Bestehende und geplante Anlagen. Wasserversorgungsanlage von 45 000 ^{cbm} Tagesleistung für Evansville. Das Wasser wird aus dem Ohio an einer 60 ^{m} vom Ufer entfernten Stelle entnommen, in 3 Absitzbecken von zusammen 10 000 ^{cbm} Fassungsraum und 12 Filterkörpern von je 4000 ^{cbm} Tagesleistung gereinigt und sterilisiert durch Zugabe von 1,3 prozentiger Kalk- und 3,85 bis 5,75 prozentiger Eisenvitriollösung vor Eintritt in das erste Absitzbecken in einer stark gewundenen Leitung mit hölzernen Tauchwänden. Bei Ausbruch von Epidemien wird hinter den Absitzbecken noch Kalziumhypochlorit zugegeben. — Mit Abb. (Eng. record 1912, S. 508; Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 727.)

Neues Wasserwerk von Cumberland. Zur Versorgung der 29 000 Einwohner zählenden Stadt wurde nach Außerbetriebnahme des alten aus dem Potomac schöpfenden Werkes, das als Reserve bleibt, 15 ^{km} von der Stadt ein neues Werk von 30 000 ^{cbm} Tagesleistung in einem engen Tale eröffnet. Das Tal wird von einem Bache durchflossen, der reines, verhältnismäßig klares, wenn auch etwas eisen- und kalkhaltiges Wasser liefert. Für die Entnahme ist ein Staudamm von 127 ^{m} Länge, 24,6 ^{m} Höhe und einer Dicke von 18 ^{m} in Fundamenttiefe errichtet. Ehe das Wasser den Speisebecken in der Nähe der Stadt zugeführt wird, wird es in Absitzbecken unter Einführung von Lösungen aus schwefelsauerer Tonerde und Kalziumhypochlorit, anschließend in 6 Schnellfiltern mit 1,5 ^{m} hoher Filterschicht aus feinkörnigem Flußsand gereinigt. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 800.)

Neues Pumpwerk für die Wasserversorgung von Nîmes; von Déthiollaz. — Mit Abb. (Génie civil 1912, S. 153.)

Wasserversorgung von Bombay. Vergrößerung des Wasservorrates durch Erhöhung des Tansa-Staudammes und Mitbenutzung des Vehar-Sees. Herstellung eines Wasserbehälters von 18 200 ^{cbm} Inhalt mit Sandfilteranlage und Ausführung einer zweiten Zuleitung von 1,22 ^{m} Weite. Gesamtkosten der Erweiterung des Tansawerkes 11,3 Mill. M. und des Werkes am Vehar 1 Mill. M. — Mit Abb. (Engineer 1912, II, S. 87.)

Schnellfilteranlage von Plauen i. V.; von W. Lehmann. Das mit Aluminiumsulfat behandelte Talsperrenwasser geht, nachdem es sich in einem Klärbecken zur Herbeiführung einer möglichst vollkommenen Ausflockung färbender Bestandteile eine für die Reaktion genügend lange Zeit aufgehalten hat, durch Schnellfilter mit maschineller Auswaschvorrichtung. Es sind 4 Filter von je 5 ^{m} Durchmesser in Etagenform in zwei Aggregaten errichtet. Zum Filtern ist scharfkantiger Feinquarzkies verwendet. Wegen der geringen Härte wird dem Wasser zur Bindung der Schwefelsäure des zugesetzten Aluminiumsulfates und der relativ hohen freien Kohlensäure Marmor beigegeben. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 207.)

Wasserwerk des Landkreises Aachen. Für die Durchführung der Anlage haben die interessierten Bürgermeistereien eine G. m. b. H. mit 5 200 000 M. Kapital gebildet. Bei Eröffnung waren 6800 Häuser angeschlossen. Die angeschlossenen Gemeinden zählen rd. 75 000 Einwohner und 20 000 Stück Großvieh, wozu noch zwei holländische Gemeinden mit 5000 und 10 000 Einwohnern kommen. Die Anlagen bestehen aus der Dreilägerbachsperre mit Hauptbecken von 4 055 000 ^{cbm} und Vorbecken von 60 000 ^{cbm} Inhalt, ferner der Filteranlage zu Roetzen und dem Rohrnetz mit mehreren Hochbehältern (Deutsche Bauz. 1912, S. 478.)

Pumpwerk V des Wasserwerkes der Stadt Düsseldorf; A. Lenze. Beschreibung des flußaufwärts an der rechten Rheinseite gelegenen Werkes, der Gewinnungsanlage, der Pumpmaschinen- und Kesselanlage, der ersten Strecken der Hauptdruckrohrleitungen sowie der Abnahmeversuche an den Pumpmaschinen und der Kesselanlage. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 698.)

Elektrische Pumpen bei den Wasserwerken von Chikago. (Eng. record 1912, S. 503.)

Trinkwasserbehälter von 5000 cbm in Webb City. — Mit Abb. (Eng. record 1912, S. 522.)

Umbau der Reinwasserfilter in Minneapolis. — Mit Abb. (Eng. record 1912, S. 536).

Betriebsergebnisse der Filteranlage in Louisville für 1911. Die Typhussterblichkeit auf 100 000 Einwohner 1906 bis 1909 rd. 58, 1911 nur 22. (Eng. record 1912, S. 556.)

Eisenbeton-Ummantelung eines eisernen Wasserbehälters. (Eng. record 1912, S. 575.)

Runder Eisenbeton-Wasserbehälter in Cherokee. (Eng. record 1912, S. 581.)

Filteranlage der Wasserwerke in Louisville. Zur Versorgung der 225 000 Einwohner zählenden Stadt wird das Wasser aus dem Ohio genommen. Es bleibt 4 Tage in einem zweiteiligen offenen Behälter von 380 000 cbm, kommt dann unter Zugabe von Chemikalien in Ausfällungsbecken zur weiteren Vorreinigung und weiter nach einer Reinigung in Schnellfiltern in den Reinwasserbehälter. — Mit Abb. (Eng. record 1912, S. 592.)

Sterilisationsanlage der Croton-Wasserleitungen von Newyork. Dem Wasser der alten bis 300 000 cbm und der neuen bis 1 200 000 cbm täglich liefernden Crotonleitung soll 2 % Chlorkalk zugesetzt werden, welcher in 25 m tiefen Beton-Mischzylindern von 3 m Durchmesser gelöst wird. — Mit Abb. (Eng. record 1912, S. 595.)

Neue städtische Trinkwasserreinigungsanlage in Niagara-Falls. 30 km oberhalb der Wasserentnahmestelle führt die 425 000 Einwohner zählende Stadt Buffalo ihre Abwässer in den Niagara. Solange Niagara-Falls mit rohem Flußwasser versorgt wurde, war die Typhussterblichkeit rd. 134 auf 100 000 Einwohner. Neuerdings wird das Rohwasser in 2 Becken von 4500 cbm Inhalt mit 18 mg Alaun für 1 l Wasser versetzt, nötigenfalls erfolgt noch Sodazusatz. Chlorkalk-Sterilisation ist vorgesehen. Die weitere Reinigung geschieht in mechanischen Schnellfiltern, von denen 16 Stück von je 32 qm Fläche mit einer täglichen Größtleistung von 72 000 cbm vorhanden sind. Waschwasserverbrauch 2,5 % der Filtermenge. Unter den Filtern liegt der 2300 cbm fassende Reinwasserbehälter. (Eng. record 1912, S. 601.)

Einzelheiten. Schmiedeeiserne Rohrleitungen; von Dipl. Ing. O. Ginsberg. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 573, 593.)

Trinkwasserbehandlung mit Chlorkalk anläßlich einer Typhusepidemie in Evanston. (Eng. record 1912, S. 300; Gesundh.-Ing. 1912, S. 599.)

Von der Wünschelrute. Etwas von Mißerfolgen der Wünschelrute; Tabellen zur statistischen Aufzeichnung der Arbeiten mit der Wünschelrute; Wasserversorgung und Wünschelrute; die Metallwünschelrute. (Wasser 1912, S. 440, 464, 491, 524, 581, 609.)

Inertol zum Innenanstrich von Wasserbehältern. — Mit Abb. (Wasser 1912, S. 606.)

Gußeiserne Rohrbrunnen; von Dr.-Ing. G. Thiem. (Wasser 1912, S. 975.)

Neue Wasserversorgungsanlage in Skeyness. Das früher benutzte Grundwasser hatte den besonders hohen Salzgehalt von rd. 1000 mg im Liter. Kurz nach Inbetriebnahme der neuen Anlage wurde das Wasser durch lehmig-sandige Trübungen ungenießbar. Nach Ersetzung des 20 cm weiten Brunnens mit fehlerhafter Einbettung durch einen 30 cm weiten und 60 m tiefen Brunnen neben dem alten erhielt man einwandfreies Wasser. Höchstverbrauch rd. 1500 cbm täglich. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 613.)

Neuere Turbinenkonstruktionen; von Dipl.-Ing. Gentebrück. — Mit Abb. (Wasser und Gas 1912, S. 115, 136.)

Behandlung von Trinkwasser mit Chlor; von Dr. med. Grimm. Mit umfangreicher Literaturangabe. (Wasser und Gas 1912, S. 131.)

Eisenbeton-Rohre für hohen Innendruck. (Beton und Eisen 1912, V, S. 123.)

Gußeiserne Rohrbrunnen mit aushebbarem Saugrohr; von V. Feilitzsch. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 138.)

Beiträge zur Bestimmung des Eisens im Wasser. (Chemiker-Z. 1912, S. 552.)

Zinkrohre für Wasserleitungen. Hohenlohe-Rohre aus technisch reinem Zinn. (Z. f. Tiefbau 1912, S. 135.)

Niederdruck-Zentrifugalpumpe für kleine Wassermengen. Kühl- und Hauswasserpumpen. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 813.)

Gußeiserne und Mannesmannrohre; von Prof. Dr. Rohland. (Städt. Tiefbau 1912, S. 243.)

Verlegung der Wasserleitung Antwerpens in ein Spezialrohr. Die geringsten Nachteile bietet es, wenn in allen Straßen die Wasserleitungen auf jeder Seite und möglichst unter den Bürgersteigen angelegt werden. (Wasser 1912, S. 629, 656, 704.)

Woltmannmesser für Bestimmung sehr großer Wassermengen; von Dr.-Ing. G. Thiem. Der kleinere Teil des Wassers fließt durch den Messer, der andere Teil strömt, symmetrisch um den Wassermesserflügel verteilt, an dem Messer vorbei durch einen ringförmigen Querschnitt, der mit durchgehenden Rippen oder mit einem Sieb so versehen ist, daß der Durchflußwiderstand hier ebenso groß wird, wie beim Durchfluß durch den Messer. — Mit Abb. (Wasser 1912, S. 737.)

Die Wünschelrute im Ausland. Eine Umfrage in Frankreich, Italien, Schweden. (Wasser 1912, S. 751, 776, 800, 849.)

Leitfaden für Rutengänger; von O. v. Graeve. (Wasser 1912, Heft 23 bis 28.)

Amtliche Benutzung der Wünschelrute durch die Eisenbahnverwaltung. (Wasser 1912, Heft 28, 29.)

Berechnung des Entnahmegebietes eines Brunnens. Erwiderung von P. Kurgaß. (Techn. Gemeindebl. 1912/13, S. 211.)

Enteisenung von Brunnenwasser. Geschlossener Behälter mit zylinderförmig ausgebildeten Einsätzen, die jeweilig so abgeschlossen sind, daß das eisenhaltige Wasser zusammen mit der Oxydationsluft auf möglichst langem Wege durch immer feiner werdende Berührungs- und Filtermittel, Kies und Sand von gleichmäßiger Körnung, fließen muß. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1912/13, S. 217.)

Zerfressung von Rohren artesischer Brunnen in Neu-Süd-Wales. (Eng. record 1912, S. 545.)

Wettbewerb für einen Wasserturm zu Delmenhorst. 1. Preis Arch. Stoffregen in Bremen. — Mit Textfig. (Industriebau 1913, S. 29.)

Wasserturm der Zeche Mont Cenis (Westfalen); Arch. Regierungsbaumeister Fischer. Mit dem Wasser-

turm sind verbunden eine Wirtschaft und eine Pächterwohnung. — Mit Zeichnung und Schaubild. Industriebau 1913, S. 89.)

Neuere Ausführungen von Wassertürmen; von Dipl.-Ing. R. Hoffmann. — Mit Textfig. (Industriebau 1913, S. 45.)

Entwässerung.

Allgemeines. Zur Kenntnis der Schlamm-Messungen innerhalb der Vakuumtonne; von Dr. K. Thimme. Bei Schlammessungen in der Vakuumtonne findet eine wesentliche Ausdehnung des mit Gas durchsetzten Schlammes statt, so daß man hierbei zu große Schlammengen finden muß. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 677.)

Mechanische Reinigung von Hüttenabwässern; von L. Kropf. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 692.)

Bestimmung des Verzögerungsbeiwertes für den Abfluß von Regenwasser in Leitungen. (De Ingenieur 1912, Nr. 24; Gesundh.-Ing. 1912, S. 758.)

Entwickelung des Abwässerproblems; von Prof. Dr. Rohland. Bei der Kolloidton-Reinigung als Nachreinigung wird der Uebelstand vermieden, daß die kleinsten schwebenden kolloiden, häufig übelriechenden Stoffe in den Vorfluter gelangen. Beim Vorhandensein solcher Stoffe entsteht starke Schaumbildung an der Stelle der Einmündung in den Fluß. Gute Wirkung zeigen auch das Rothe-Röckner und Degener-Verfahren. (Städtereinigung 1912, S. 172.)

Abwässer der Fabriken als Straßenstaubbekämpfungsmittel; von Prof. Dr. Rohland. (Techn. Gemeindebl. 1912/13, S. 247.)

Neuere Erfahrungen über die Behandlung gewerblicher Abwässer; von Gewerbeinspektor Schultze. Von Prof. Dr. König mitgeteilte Verfahren zur Reinigung von Abwässern aus Drahtziehereien, Sulfitzellulose-, Zucker-, Stärkefabriken, Färbereien, Silber-Knopffabriken, Messinggießereien, Wollwäschereien und -kämmereien, Appretur- und Tuchfabriken. (Z. f. d. ges. Wasserwirtschaft 1912, S. 166.)

Verschiedene Verfahren zur Beseitigung des Abwasserschlammes. Die billige Abfuhr in die offene See hat den Nachteil der Verschlammung der Ufer, Vergiftung der Fische und Austern. Die Wirtschaftlichkeit der Schlammentwässerung mit Filterpresse ist noch nicht feststellbar. Die Trocknung durch Schleudermaschinen kostet 4 M. für die Tonne. Nachteilig ist hierbei, daß nur 60 % des Schlammes durch einmalige Behandlung erledigt werden und der Rest nochmals zu verarbeiten ist. Beim Trocknen mit überhitztem Dampf sollen die Feuerungskosten auf das getrocknete Material berechnet nur 2 bis 2,5 M. für die Tonne betragen. Verrieseln und Vergraben des entwässerten Schlammes erfordert auf die Dauer große Flächen. Der Grund für den geringen Düngewert des Schlammes liegt in seinem hohen Fettgehalt, der eine Verkittung des Ackerbodens verursacht. In Manchester wird der aus Filterpressen kommende Schlamm zu Würfeln geformt und auf Eisenplatten durch Abhitze getrocknet. Ogden bewertet diesen getrockneten Schlamm auf 20 M. für 1^t. Nach Großmann sind die Unkosten für das Trocknen ebenso hoch. Nach Angabe der „Roy. Com. on Sewage Disposal“ erreicht der Düngewert des Schlammes als Trockensubstanz niemals den Betrag von 10 M. für 1^t. Versuche, 50 % Wasser haltenden Schlamm mit Kohlen gemischt in Generatoröfen zu vergasen, haben nicht befriedigt. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 794.)

Elektrolytische Behandlung der Abwässer in Oklahama. Das nur durch Rechen und Sandfang vorgereinigte Wasser wird in 3 Holzrinnen mit je 10 Sätzen Elektroden aus je 27 Eisenplatten mit Kupferkappe behandelt. Die Reinigung erfolgt durch die bei der Zersetzung des Wassers entstehenden Gase und durch das von den Platten gelöste Eisen. Die Wirkung der Anlage soll zufriedenstellend sein. (Eng. news 1912, II, S. 534.)

Geschichtlicher Ueberblick über die verschiedenen Abwasserreinigungsverfahren mit Hilfe von Elektrizität in Amerika. (Eng. news 1912, II, S. 534.)

Bestehende und geplante Anlagen. Rechenkammern für die Abwasserreinigungsanlage in Plainfield (80000 Einwohner). Rechenkammern, Faulbecken und Füllkörper. Die gute Wirkung der Anlage wird hauptsächlich dem Vorhandensein der Rechenkammern zugeschrieben. Jede Kammer hat einen $2,4^m$ langen und $1,5^m$ breiten Rechen aus 25×6^{mm} starken Eisenstäben mit 12^{mm} breiten Durchflußöffnungen. Die Rechen sind um 30^0 gegen die Wagerechte geneigt. Wagerecht eingebaute Rechen hatten sich sehr leicht verstopft und waren schwieriger zu reinigen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1912, S. 824.)

Beseitigung und Verhütung von Durchfeuchtungen tiefer gelegener Grundstücke in der Nähe von Rieselfeldern; von Molle. In Liegnitz wurden auf drei Seiten um das Rieselgrundstück Sickerrohrleitungen hergestellt. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1912, S. 469.)

Die Emschergenossenschaft im Jahre 1911/12 (1. April 1911 bis 31. März 1912). Abschluß für das Rechnungsjahr 1910 und Gesamtabschluß zum 31. März 1911, erstattet durch den Baudirektor Helbing. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 759.)

Neue biologische Kläranlage des Hansawerkes in Varel a. d. Jade. Täglich können 10^{cbm} Abwasser gereinigt werden. Zwei ringförmige Faulräume, von denen die Abwasser mittels einer Kippschale und durch eine gelochte Verteilungsplatte auf einen Tropfkörper gelangen. (Städtereinigung 1912, S. 136.)

Kanalisation in Ragnit; von O. Geißler. Erläuterungsbericht zu dem Entwurf des Verfassers für eine Entwässerung der rd. 6000 Einwohner zählenden Stadt. (Gesundheit 1912, S. 321, 364.)

Biologische Kläranlage von Bergedorf. Vortrag von H. Ehrenzoller. Die einzelnen Bauteile sind Zuleitung, Sandfang und Abfischraum, Pumpensumpf, Emscherbrunnen, Tropfkörper und Schlammplätze sowie Maschinenhaus. Vorerst sind hergestellt 4 Brunnen von je 7^m Durchmesser und der Pumpenbrunnen mit Grundwassersenkung, das Maschinenhaus auf Eisenbetonpfählen, die Tropfkörper auf Fundamentplatten aus Eisenbeton. Zu den mit 345 000 M. veranschlagten Baukosten steuert der Staat 265 000 M. bei. Leistung täglich 8000^{cbm} bei Trockenwetter, $24\,000^{cbm}$ bei Regen. (Deutsche Bauz. 1912, S. 374.)

Biologische Kläranlage in Tharandt für 25^{cbm} täglich nach der Faulkammeranordnung. Baukosten 9200 M. Gutes Arbeiten. (Deutsche Bauz. 1912, S. 375.)

Abwässerbeseitigung und Reinigung im Niersgebiet. Die Kosten für die Aufstellung eines Entwurfes sind zu 100 000 M. angenommen. Die Vorstudien sollen die Grundlagen geben für die Aufstellung eines Planes für das gesamte Niers-Gebiet, der dann durch einen Zweckverband der beteiligten Gemeinden durchgeführt werden müßte. (Deutsche Bauz. 1912, S. 803.)

Abwasserreinigungsanlage in Exminster für 2000 Personen. Sandfang, Schieferbeete mit Absitzbecken und Tropfkörpern. (Surveyor 1912, S. 592.)

Beddington-Klärwerke; von Dipl.-Ing. Endris. Die Kanäle und Kläranlagen der Städte Croydon und Norbury sind für die vierfach verdünnte Trockenwetter-

menge berechnet. Für das 100 000 Einwohner zählende Croydon sind 15 000 ^{cbm} Trockenwetterabfluß vorgesehen. Die Reinigung geschieht in 4 Stufen durch Sandfang, maschinelle Rechenanlage, Absitzbecken, Tropfkörper und Rieselbetrieb. Die Anlage von Norbury (35 000 Einwohner) weist im wesentlichen dieselben Klärvorrichtungen auf. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 145.)

Kläranlage der Stadt Macclesfield; von Dipl.-Ing. Endris. 36 000 Einwohner; 4500 ^{cbm} Trockenwetterabfluß in 24 Stunden; Faulbecken; 4 Tropfkörper von 36 ^{m} Durchmesser und 2 ^{m} Höhe; Sammelschacht; eine zweite Stufe Tropfkörper von rechteckiger Form, 125 $\times$ 32 ^{m} und 0,80 ^{m} hoch, mit 30 ^{cm} Deckschicht aus ganz fein zerkleinerten Steinzeugscherben; Ableitung in den Bollin-Fluß. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 229.)

Einzelheiten. Eisenbetonumschnürte Steinzeugröhren großer Lichtweiten als Ersatz für Kanäle aus Stampfbeton oder Mauerwerk; von H. Schmidt. Glasierte Steinzeugrohre von 50 bis 80 ^{cm} lichtem Durchmesser erhalten nach Entfernung der Außenglasur einen dünnen Eisenbetonmantel, der nach der Erhärtung mit einem heißen Preolitanstrich versehen wird. (Deutsche Bauz. 1912, Mittl. über Eisenbeton, S. 117, 122.)

Neuartige Ausführung der Wehranlagen bei Regenauslässen städtischer Kanäle; von Dipl.-Ing. Vacano. (Z. f. Tiefb. 1912, S. 65.)

Die technischen Einrichtungen der neuen unterirdischen Bedürfnisanstalten in Verona. Von außen nur der Eingang sichtbar. — Mit Abb. (Städtezeitung 1912, S. 828.)

Wasserverdrängung aus dem Faulraum in den Absetzraum der Emscherbrunnen; von Dr. Bach. An Stelle des in den Faulraum abgleitenden Schlammes kann nur ein gewisser Bruchteil seines Volumens an Faulraumwasser in den Absetzraum gelangen. (Techn. Gemeindebl. 1912/13, S. 225.)

Neuerungen auf dem Gebiete der Kanalisation. Sinkkästen; Spülvorrichtungen. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1912/13, S. 269, 285.)

Herstellung, Unterhaltung und Benutzung der Grundstücks-Entwässerungen. Polizeiverordnung des Magistrats zu Frankfurt a. M. (Deutsche Bauz. 1912, S. 247.)

Drehsprenger für Tropfkörper biologischer Abwässer-Kläranlagen. Druck- und Stausprenger nach Geiger. — Mit Abb. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 813.)

Nachträgliches Einbauen von Abzweigrohren in bereits bestehende Steinzeugrohrleitungen. Aus der vorhandenen Leitung wird ein Rohr herausgeschlagen und in die Oeffnung ein neues Rohr mit Abzweig und Ueberschiebmuffe und ein kurzes Paßrohr gesetzt. (Städt. Tiefbau 1912, S. 150.)

Patentberichte. Selbsttätig sich umlegende, mit einem Flüssigkeitspuffer versehene Wehrklappe für Klärbecken, Notauslässe, Ueberfallwehre. Fettfang mit einer Prellfläche unter dem Einlauf und einer schließbaren Vorrichtung zum Ausheben der Fettstoffe. Verfahren zur Entfernung des Schlammes aus Schlamm- und Stauräumen, in welche der Schlamm aus den Klärräumen gelangt, sowie Vorrichtung zur Anwendung des Verfahrens. Im Ganzen herausnehmbarer, durch einen Schwimmer bewegter Rückstauverschluß. Kreiselpumpe für Fördergut mit festen Bestandteilen. Reinigungsvorrichtung für Wasserrechen. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 156.)

Genauigkeit von Bodenuntersuchungen für die Vorarbeiten von Kanalisationsentwürfen; von Dr.-Ing. Heyd. Die Ausführung von Schürflöchern bei schwierigen Bodenverhältnissen bis auf 100 ^{m} Entfernung und, wo es ohne besondere Kosten möglich ist, die Einmessung der Schieber- und Straßenkappen der Gas- und Wasserleitungen genügen. Die Mehrkosten und Nachteile genauerer Vorarbeiten würde der erhoffte Nutzen keinesfalls aufwiegen. Zweckmäßiger wird der Posten „Unvorhergesehenes" reichlich angenommen. (Städt. Tiefbau 1912, S. 291.)

Dichtung von Kanalröhren-Verbindungen unter Wasser. Nachdem die Rohre verlegt waren, wurden in den Zwischenraum der Muffen Rollen von Zement mit Musselinumhüllung eingelegt und dann festgedrückt. (Eng. record 1912, S. 500.)

Zersetzung des Schlammes in Emscherbrunnen; von Dr. H. Bach. Versuche ergaben im zersetzten Schlamm eine Zunahme der mineralischen Stoffe und eine Abnahme der organischen und vergasbaren Stoffe, des Rohfettes, Stickstoffes und fixen Kohlenstoffes. Zersetzter Schlamm hat größere Düngungsfähigkeit, da er die Porigkeit der Erdkrume nicht beeinflußt, ferner ist er für die Gewinnung von Fett infolge des geringen Wassergehaltes und der physikalischen Beschaffenheit günstiger als Frischschlamm, auch infolge seiner Wasserarmut für die Erzeugung von Leuchtgas und zur Verwertung als Brennstoff wirtschaftlicher. (Techn. Gemeindebl. 1912/13, S. 276.)

Wassererneuerung im Schlammzersetzungsraume der Emscherbrunnen; von Förster. (Techn. Gemeindebl. 1912/13, S. 280.)

E. Eisenbahnbau,

bearbeitet vom dipl. Ingenieur Alfred Birk, o. ö. Professor an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule in Prag.

Linienführung und Allgemeines.

Sechzig Jahre hessischer Eisenbahnpolitik 1836 bis 1896. Besprechung des gleichbetitelten Werkes von Dr. phil. H. Dröll. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 297, 313.)

Die australische Querbahn soll in Westaustralien bei Kalgoorlie an die bestehende Bahn anschließen und in Port Augusta an der Südküste endigen Sie wird über 1700 ^{km} lang werden. Das zu durchschneidende Gelände ist flach. Der Bau hat begonnen. — Mit Uebersichtskarte. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 146.)

Erschließung Afrikas durch Eisenbahnen; nach einem Vortrage des Geh. Oberbaurates Baltzer. Afrika hat ein Eisenbahnnetz von rund 37 000 ^{km}. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 110.)

Wirtschaftliche Betrachtungen über Stadt- und Vorortbahnen (s. **1913**, S. 180); von G. Schimpff. Tarife und Einnahmen. Stadt- und Vorortbahn im Wirtschaftskörper. — Mit Abb. (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 20, 383.)

Einfluß des Betriebes der Lokalbahnen auf das finanzielle Ergebnis der ungarischen Staatsbahnen. Eisenb.-Direktor K. Haich führt den Beweis, daß die ungünstigen Ergebnisse der ungar. Staatsbahnen nicht den Lokalbahnen zugeschrieben werden können. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 81.)

Die Eisenbahnen in den deutschen Schutzgebieten; von Geh. Oberbaurat Baltzer. (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 463.)

Statistik.

Betriebslänge der Bahnen des Vereins deutsch. Eisenb.-Verw. am 1. Jan. 1913. 110 580 ^{km}. Einzelangaben. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 147.)

Die Reichseisenbahnen im Rechnungsjahre 1911 (s. **1912**, S. 514). (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 317.)

Die vereinigten preußischen und hessischen Staatseisenbahnen im Rechnungsjahre 1911 (s. **1912**, S. 514). Nach dem amtlichen Betriebsbericht. (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 425.)

Güterbewegung auf deutschen Eisenbahnen und den deutschen Wasserstraßen im Jahre 1911. Vergleich mit den Jahren 1908, 1909 und 1910. (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 153.)

Eisenbahnen im Großherzogtum Baden im Jahre 1911 (s. **1913**, S. 180). (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 236.)

Königlich sächsische Staatseisenbahnen in den Jahren 1910 und 1911. (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 220.)

Großherzoglich mecklenburgische Friedrich-Franz-Eisenbahn im Jahre 1911/12 (s. **1912**, S. 514). (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 515; Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 53.)

Oldenburgische Staatsbahnen im Jahre 1911 (s. **1912**, S. 514). (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 519.)

Hauptergebnisse der österreich. Eisenbahnstatistik für das Jahr 1910 (s. **1912**, S. 514). (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 244.)

K. k. österreich. Staatsbahnen im Jahre 1911 (s. **1913**, S. 180). (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 490.)

Eisenbahnen Rußlands im Jahre 1911 (s. **1912**, S. 242). Länge der bestehenden, der neu eröffneten und der im Bau begriffenen Bahnen; Größe des Verkehrs. (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 264, 522.)

Staatseisenbahnen Finnlands in den Jahren 1909 und 1910. (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 277.)

Verkehrswesen in Serbien im Jahre 1910. Mitteilungen über Eisenbahnbetrieb und Eisenbahnbauten. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1913, S. 205.)

Die Eisenbahnen in den deutschen Schutzgebieten im Rechnungsjahr 1911. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 89, 97, 102.)

Betriebsergebnisse der 1 ^{m}-Eisenbahnen der französischen Kolonien im Jahre 1911. (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 281.)

Fortschritte des Eisenbahnwesens in den britischen Kronkolonien. (Arch. f. Eisenbahnw. 1913, S. 417.)

Eisenbahnen in Englisch-Indien im Jahre 1910 (s. **1912**, S. 514). Gesamtlänge 51648 ^{km}, wovon 26872 ^{km} mit 1,67 ^{m}, 21770 ^{km} mit 1,00 ^{m} Spur; 3006 ^{km} haben noch kleinere Spurweiten. (Rev. génér. des chem. de fer 1913, I, S. 173.) — Desgl. im Kalenderjahre 1911. (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 506.)

Eisenbahnen der Vereinigten Staaten Nordamerikas im Betriebsjahre 1909/10 (s. **1912**, S. 423). Gesamtlänge 386866 ^{km}, die sich auf 2196 Gesellschaften verteilen. (Rev. génér. des chem. de fer 1913, I, S. 108.)

Eisenbahnen in Siam im Jahre 1911/12. Länge der staatlichen Bahnlinien 952 ^{km}, von denen 800 ^{km} die Vollspur, die übrigen die Meterspur haben. (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 533.)

Eisenbahnwesen der Malayischen Halbinsel im Jahre 1911. Länge 559 Meilen. (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 263.)

Staatseisenbahnen in Chile im Jahre 1910. Gesamtlänge 2672 ^{km}, wovon 138 ^{km} zweigleisig. (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 515.)

Ausgeführte Bahnen.

Bahnlinie Ebnat-Neßlau, eine vollspurige Nebenbahn von 8 ^{km} Länge mit 26 ‰ maßgebender Neigung und 200 ^{m} Kleinsthalbmesser. Beschreibung der Bauten. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 53, 69).

Die bosnischen Bahnen. Beschreibung des Bahnnetzes. (Mitt. d. Ver. f. d. Förd. d. Lokal- u. Straßenbw. 1913, S. 17.)

Staatsbahnen Bulgariens. — Mit Längenschnitten und Uebersichtskarte. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 100.)

Die Schmalspurbahnen der asiatischen Türkei haben eine Länge von 1880 ^{km} (gegenüber 3190 ^{km} Vollspurbahnen) und liegen fast ausnahmslos in Syrien und Arabien. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baud. 1913, S. 128.)

Eisenbahnunterbau.

Sicherung von Eisenbahndämmen an Flußufern. Beschreibung verschiedener Anlagen bei amerikanischen Eisenbahnen. — Mit Abb. (Bull. d. intern. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1913, S. 18.)

Gebirgswälder und Eisenbahnen. Erörterung der Maßnahmen gegen die Gefahren der Holzgewinnungsarbeiten für die Sicherheit der Bahnanlage und des Zugverkehrs; Erwerbung, Anlage und Bewirtschaftung von Schutzwäldern. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 83, 95.)

Bau der Linie Bevers-Schuls der Rhät. B. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 32.)

Rutschung bei Hohtenn auf der Südrampe der Lötschbergbahn. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 147.)

Eisenbahnoberbau.

Zeichnerische Darstellung der Kräftewirkungen zwischen Rad und Schiene beim Befahren des krummen Stranges von Weichen; von P. Stadtmüller. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 9.)

Messung dynamischer Kräfte und ihre Anwendung zur dauernden Ueberwachung von Eisenbahngleisen; von L. Schlüssel. — Mit Abb. (Nach Bull. de la Société des Ing. civ. de France im Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1913, S. 97.)

Baustoffe der Spurbahnen. Nach einem Vortrage von Dr.-Ing. Haarmann. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 249.)

Bewährung verschleißfester Schienen; von Ing. H. Garn. Ergebnisse bei der Strecke Bitterfeld-Leipzig, auf der neben gewöhnlichen Schienen auch verschleißfeste Schienen verlegt wurden. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 32.)

Schienenlagerung auf hölzernen Querschwellen für Eisenbahnen mit schwerem und schnellem Verkehr. Erörterung der Versuche mit getrennten Befestigungsteilen des englischen Systems auf der Strecke Utrecht-De Bilt. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1913, I, S. 68.)

Holz- oder Eisenschwellen? (s. **1912**, S. 424). Die einer Denkschrift der Generaldirektion der badischen Staatsbahnen entnommene Vergleichsrechnung zeigt, daß bei Eisenschwellen Gleisunterhaltung und Beschaffung billiger, Instandhaltung der Bettung aber teurer ist als bei Holzschwellen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 185.)

Theoretische Untersuchung der Schienenstoßverbindung; von Prof. Hofrat Skibinski. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1913, S. 178, 199.)

Schienenstoßverbindungen; von Prof. Hofrat Skibinski. Unter Beleuchtung neuer Gesichtspunkte und ausgehend von der Eigenheit der in Betracht kommenden Oberteile wird ein möglichst erschöpfendes Bild der verwickelten Vorgänge geschaffen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 27, 47, 65.)

Formänderungen am schwebenden Schienenstoße (s. **1913**, S. 424). Chefing. E. C. W. van Dyk zeigt, daß auch bei ganz neuem Oberbau Höhenunterschiede zwischen dem Ablauf und dem Anlauf der Schienen bestehen und daß durch das Abhobeln der Schienenenden die Verhältnisse wesentlich gebessert werden. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 90.)

Neues Schienenprofil für Kreuzungen von Bahnen und gepflasterten Straßen; von Stadtbaumeister E. Burghart. Das Profil weist einen doppelten Fuß auf; der untere Fuß ist breiter als der obere, normal gebildete Fuß; die Streichschiene wird mit dem oberen Stege verschraubt. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1913, S. 176.)

Neue Oberbauanlagen für amerikanische Straßenbahnen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1913, S. 112.)

Gleise in Asphaltstraßen. Vorschläge von Ing. Max Buchwald. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1913, S. 171.)

Bahnhofsanlagen und Eisenbahnhochbauten.

Bahnhof zu Offenburg (Baden). Geschichte und Beschreibung. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 67.)

Bahnhofsneubau in Stuttgart. Besprechung des Entwurfes für das Empfangsgebäude. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 165.)

Wasserstation mit Benoidgasanlage in Pörsten. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 1.)

Elektrischer Bahnbetrieb.

Mittenwaldbahn. Beschreibung der Anlage. — Mit Abb. (Deutsche Straßen- und Kleinb.-Z. 1913, S. 2.)

Einphasen-Wechselstrombahn Spiez-Frutigen und die Lötschbergbahn (s. **1912**, S. 425). Beschreibung der elektrischen Einrichtungen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 379.)

Berninabahn (s. **1912**, S. 138). — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1913, I, S. 1.)

Die Londoner elektrischen Schnellbahnen als Vorbilder für den elektrischen Betrieb auf den Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen. Nach dem Bericht der Eisenbahndirektion Berlin über die Besichtigung der Londoner Schnellbahnen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 265.)

Elektrische Eisenbahn mit Blocksignalen auf dem Triebwagen. Beschreibung der Anlagen der 30 km langen, und 10 Kreuzungsgleise besitzenden Indianapolis and Cincinnati Traction Comp. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 28.)

Elektrische Stadtschnellbahnen der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika. Anlage, Bau und Betrieb der Stadtbahnen in Newyork, Boston, Philadelphia und Chicago. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 1, 23, 43, 61, 79.)

Aufsergewöhnliche Bahnsysteme.

Personenschwebebahn auf dem Kohlererberg bei Bozen. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 17.)

Eisenbahnbetrieb.

Aenderung der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung vom 4. November 1904. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1913, I, S. 92.)

Selbstkosten für die Zugeinheit von Bahnbetrieben. Obering. K. Beyer erörtert einige Fälle für Motor- und Anhängewagen. Viel statistisches Material. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1913, S. 184.)

Blinklicht; von Reg.-Baumeister Dr. Martens. Erörterung der Möglichkeit der Anwendung im Eisenbahnwesen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 97.)

Möglichkeit der Blinksignalisierung bei den britischen Eisenbahnen; von Gairns. Verwendbarkeit nur für die Vorsignale der durchgehenden Schnellverkehrslinie. — Mit Abb. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1913, S. 209.)

Signale und Sicherungsanlagen auf der Weltausstellung Turin 1911. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 51.)

Betriebskosten auf einseitig entwickelten Rangierbahnhöfen; von Dr.-Ing. Saumet. Der Rangierbahnhof für Lokomotivbetrieb wird auch künftighin die vorwiegend zur Anwendung kommende Bahnhofsform sein. (Arch. f. Eisenbw. 1913, S. 341.)

Elektrische Bahnhofsbeleuchtung. Beschreibung einiger Anlagen, bei denen die Metalldrahtlampe Anwendung gefunden hat. — Mit Abb. (Deutsche Straßen- u. Kleinb.-Z. 1913, S. 181.)

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. von Willmann, Professor an der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Grundbau.

Berliner Gründungsarbeiten im Jahre 1791; von Feldhaus. Nach alten Handzeichnungen und Beschreibungen wird die Gründung eines Anbaues an den nach der Spree zu gelegenen Flügel der Stadtvogtei am Molkenmarkt in Berlin geschildert. — Mit Schaub. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 241.)

Die neuen staatlichen Bauten in Kissingen; von M. Littmann. Gelegentlich eingehender Besprechung dieser Bauten wird auch die Gründung der Wandel- und Quellenhalle kurz geschildert. Pfahlgründung war ausgeschlossen. Es wurden Eisenbetonbrunnen angewendet, die unter den Mauerpfeilern der Halle in einzelnen aufeinandergesetzten Ringen von 1 bis 1,8 m Durchmesser und je 1 m Höhe hergestellt und mit Beton ausgestampft wurden. Bei der Gründung der Quellenhalle, die unterkellert werden mußte, entstanden Schwierigkeiten, da man auf verschiedene alte Kanäle, Schachte, Rohrleitungen und Mauern stieß und von den Quellen herrührende Wasseradern zu verstopfen waren. Die Sohle des Kellers erhielt eine Steinpackung und auf dieser eine mit Rippen verstärkte durchlaufende Fundamentplatte aus Eisenbeton. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1913, S. 354.)

Gründungsarbeiten am Stauwehr der Wasserkraftanlage Augst-Wylen; von G. Hunziker-Habich. Der tragfähige Felsuntergrund war sehr ungleichartig und unregelmäßig. Es mußten Probebohrungen vorgenommen werden. Die Gründung der Pfeiler und der Wehrschwellen erfolgte in gesonderten Senkkästen mittels Druckluft. Ausführliche Beschreibung der Gründung der Schwelle 5, die mit einem 15,3 m langen und 4 m breiten Kasten aus Eisen mit zwei Luftschleusen ausgeführt wurde. — Mit Abb. und Schaub. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 170, 183, 195.)

Abbruch der Strompfeiler der ehemaligen Eisenbahngitterbrücke zwischen Köln und Deutz.

Das aufgehende Mauerwerk bestand aus Backsteinen mit Basaltlava-Verblendung, das Fundament aus einem Betonblock, der zwischen den Spundwänden mit Basaltlava verblendet war, deren Läuferschichten durch Hintermauerung mit Mainsandblöcken nochmals mit dem Betonkern verankert waren. Der Mörtel im aufgehenden Mauerwerk (2 Kalk : 2 Traß : 4—5 Sand) war derart hart, daß die Steine nur mit Mühe von Hand gelöst werden konnten und zum Teil gesprengt werden mußten. Der Mörtel unter Wasser bestand aus 1 Kalk : 1 Traß : 1 Sand, ganz unter Wasser aus 1 Kalk : 2 Traß. Zum Sprengen des Betonklotzes wurde Gelatine-Donarit verwendet. Ausführliche Besprechung der Arbeiten und der Sicherungsmaßnahmen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 166.)

Ausbesserung der Fundamente des Post- und Telegraphengebäudes in Bregenz; von Mich. Heimbach. Schon während der Bauzeit (1893/94) hatten sich Setzungen gezeigt, weil, wie spätere Untersuchungen erwiesen, die zulässige Belastung des an sich guten Baugrundes überschritten war. Die am stärksten belasteten Mauern befanden sich in der Mitte des Gebäudes. Die notwendig werdenden Fundamentverbreiterungen wurden in der Weise hergestellt, daß für die fehlende Fundamentfläche vorkragende Eisenbetonplatten in gleich breiten Streifen längs den Innen- und Außenmauern angeordnet wurden. Ausführliche Beschreibung der Ausführung. — Mit Abb., Schaub. und 7 Tafeln. (Allgem. Bauz. 1913, S. 43—48.)

Die Unterfangung der Umfassungsmauern der Bieler Stadtkirche durch tiefer hinabreichende Fundamentuntermauerungen wird von E. J. Propper gelegentlich der Schilderung der sonstigen Wiederherstellungsarbeiten kurz besprochen. — Mit Abb. und Schaub. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 248.)

Gründungsarbeiten am Tunkhannock-Viadukt. Für den Bau dieses in der Delaware-Lackawanna und Western-Bahn liegenden Viaduktes mit 10 Oeffnungen von je 55 ^{m} und 2 Oeffnungen von je 30,5 ^{m} Spannweite ist Eisenbeton gewählt. Die Fahrbahn liegt bis zu 91 ^{m} über den Pfeilerfundamenten. Eingehende Beschreibung der Pfeilergründungen und der angewendeten maschinellen Hilfsmittel, zu denen auch eine doppelte Drahtseilbahn mit Holztürmen gehörte. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1913, Bd. 67, S. 484.)

Gründung der Pfeiler einer neuen Straßenbrücke mit Drehbrücke über den Passaicfluß in der Bridge Street, Newark, N. J., die an die Stelle einer alten Brücke tritt. Es wurden im tiefen Strom Fangdämme mit Eisenspundbohlen und auch Holzfangdämme verwendet. Der Drehpfeiler erhielt einen Pfahlrost mit Betondecke. Schilderung der Ausführungsarbeiten. — Mit Abb. (Eng. record 1913, Bd. 67, S. 268.)

Umbau der Kaw-Fluß-Brücke der Pacific-Eisenbahn in Kansas City. Die Gründung der neuen Pfeiler erfolgte innerhalb eines Fangdammes aus Eisenspundbohlen auf einem Pfahlrost. Die dabei zu überwindenden Schwierigkeiten werden geschildert. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1913, Bd. 67, S. 434.)

Die Gründung des Gebäudes der Northwestern Mutual Life Insurance Comp. zu Milwaukee erfolgte auf tiefem Holzpfahlrost mit Betonabdeckung und wurde durch die kalte und ungünstige Witterung sehr erschwert. Ausführliche Beschreibung. — Mit Schaub. (Eng. record 1913, Bd. 67, S. 237.)

Gründung einer Wasserkraftanlage am Mississippi; von Frank C. Perkins. Die am Fuß der Moines-Stromschnellen befindliche Anlage umfaßt den Bau eines Betondammes quer durch den Fluß, einer großen Kraftstation, einer neuen Schleuse und eines Trockendocks für den Schiffahrtsverkehr. Künstliche Fundamente waren nicht notwendig, da überall widerstandsfähiger Kalkfelsen angetroffen wurde, jedoch mußten umfangreiche Fangdämme angeordnet werden. Zum Bau des Dammes diente ein Fangdamm von 122 ^{m} Länge, der aus kantigen Hölzern je um einen Dammabschnitt erbaut, mit Steinen belastet und durch eine Lehmfüllung wasserdicht gemacht wurde. Dann wurde das Wasser ausgepumpt, in der so hergestellten Baugrube der Fels geebnet, das Fundament aufgesetzt und der Dammteil nebst den die Brücke tragenden Pfeilern hergestellt. Dann wurde der nächste Dammteil von 122 ^{m} Länge in gleicher Weise ausgeführt und dieses Verfahren fortgesetzt, bis das andere Ufer erreicht war. Für das Fundament des Kraftwerkes wurde die ganze Grundfläche in zwei Teile abgedämmt. Hier bestand der Fangdamm aus einer Reihe großer hölzerner Kasten, die mit Steinen gefüllt waren und in Abständen von 3,6 ^{m} versenkt wurden. Die Zwischenräume wurden dann durch von oben hinabgeschobene quadratische hölzerne Platten geschlossen, die Außenseite des Fangdammes durch eine Lage von Bohlen umsäumt und Erde angeschüttet. Dabei wurden die unteren Kanten der Senkkasten den Unregelmäßigkeiten des Flußbettes angepaßt. Ausführliche Beschreibung der Ausführungsarbeiten. — Mit Lageplan und Schaub. (Beton u. Eisen 1913, S. 111, 139.)

Anbohren und Dichten einer Gründung unter einem Staudamm; von D. W. Cole. Der den Carson-Fluß in Kalifornien aufstauende Lahontan-Damm wurde gedichtet, indem das Fundament bis unter die Sohle angebohrt und Zement in die Löcher mittels Druckluft eingepreßt wurde. Beschreibung des Verfahrens. — Mit Abb. u. Schaub. (Eng. record 1913, Bd. 67, S. 340.)

Eine tiefe Baugrube wurde für die Gründung in Schwemmsand bei einem Gebäude von 20 Stockwerken erforderlich, um die Fundamente bis auf den Fels hinabzuführen. Der Vorgang wird ausführlich geschildert. — Mit Schaub. (Eng. record 1913, Bd. 67, S. 469.)

Fundamentplatten für Einzellasten, unter besonderer Berücksichtigung der Kreisplatte; von Lewe. Die Berechnung solcher Platten, die auf lineare Differentialgleichungen zweiter Ordnung führt, wird unter Vorführung eines Anwendungsbeispiels eingehend behandelt. — Mit Abb. (Beton und Eisen 1913, S. 189.)

Abteufung eines Betonschachtes durch Schwimmsand. Zur Herstellung eines rd. 40 ^{m} tiefen Schachtes wurde ein Betonbrunnen von 8,2 ^{m} äußerem und 4,9 ^{m} innerem Durchmesser bis zu einer Tiefe von rd. 18 ^{m} in gewöhnlicher Weise abgesenkt. Da man hier auf eine Geröllschicht traf, die schwer zu durchsetzen war, setzte man in den Schacht einen luftdichten Deckel mit einer Luftschleuse und ging zur Absenkung mittels Druckluft über. Eingehende Beschreibung. — Mit Abb. (Eng. record 1913, Bd. 67, S. 383.)

Senkbrunnengründung D. R. P. 255805 von Aug. Rincklake in Charlottenburg. Der in schlammigem Boden anzuwendende Senkbrunnen wird als Röhre mit einem besonderen, mit seitlichen Löchern versehenen Gußeisenkranz hergestellt und in gewöhnlicher Weise abgesenkt, wobei im Innern der Schlamm in die Höhe steigt. Darauf wird ein zweites Rohr kolbenartig eingeführt und durch dieses der Schlamm durch die Löcher des Kranzes hinausgedrückt, worauf eine Ausfüllung des Brunnens mit Beton oder mit zugerichteten erhärteten Betonstücken erfolgen kann. Das Absenken des inneren Mauerkörpers wird nötigenfalls durch Wassereinspülung mittels eines den

Kolben durchsetzenden Wasserrohres unterstützt. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 264.)

Ein neuer Feind unserer Wasserbauhölzer; von Troschel. Die „Pholas crispata", eine der Bohrmuscheln, die sonst in weiches Gestein sich hineinbohren, ist neuerdings auf Helgoland auch im Holz gefunden worden; der Verfasser hat auch im Kieler und im Gjedser Hafen an ausgezogenen Probepfählen die Aushöhlungen dieser Fingermuschel festgestellt. Beschreibung der Muschel und ihrer Bohrtätigkeit. — Mit Schaub. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 273.)

Eiserne Spundwände in Deutschland; von Scheck. Die eisernen Spundbohlen von Larsen, Ransome und Lamp werden besprochen und bezüglich ihrer Querschnittformen, Widerstandsmomente, Anwendungsweisen und Gewichte miteinander verglichen. Für die Larsen- und Ransome-Wand erstreckt sich der Vergleich auch auf die Kosten, die nahezu gleich befunden werden. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 156.)

Eisenspundwände. Die widerstandsfähigen, wellenförmig gebildeten Spundwände wurden zuerst aus [-förmig gewalzten Eisen in der Weise gebildet, daß man durch angenietete Führungsleisten ein Ineinanderschieben und damit einen Zusammenhalt der Flanschen der [-förmigen Bohlen bewirkte. Zur Vermeidung der angenieteten Teile bildete dann die Bauart Lamp für die Ineinanderschiebung der Flanschen besonders ausgewalzte, gelenkartig übergreifende Teile aus, die einen guten Zusammenhang, eine leichte Rammbarkeit und leichtes Wiederherausziehen gewährleisten. Auch die Ransome-Spundwand wird wiedergegeben und eine Ransome-Betonmischmaschine mitgeteilt. — Mit Abb. (Südd. Bauz. 1913, Beilage Nr. 16, S. 35.)

Eisenbetonpfahl von der Ausstellung in Olympia; von Rob. Thomann. Pfahl mit +-förmigem Eisenkern und spiralförmiger Eisenverstärkung. — Mit Abb. (Engineering 1913, I, S. 523.)

Eiserne Spundbohlen mit gelenkartigem Eingriff der Seitenkanten von der British Steel-Piling Comp. in London. — Mit Abb. (Engineering 1913, I, S. 525.)

Tunnelbau.

Einfluß des Gebirgsdruckes auf einen tief im Erdinnern liegenden Tunnel; von K. Brandau. Eingehende Besprechung. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 277; kurze Wiedergabe im Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 147.)

Geologisches vom Grenchenberg-Tunnel; von A. Troesch. Die geologischen Verhältnisse liegen schwierig. Der Tunnel durchfährt zwei Juraketten, den Graitery und den Grenchenberg, sowie die dazwischenliegende Mulde von Chaluet (s. d. Längenprofil in d. Schweiz. Bauz. 1912, I, S. 203) und ist zurzeit zu einem Drittel erbohrt. Die geologischen Gutachten sahen für das Nord- und Südende tertiäre Schichten voraus, die technische Schwierigkeiten erwarten ließen. Vom Nordtor ab mußten stark zerdrückte Mergel mit geringer Sprengfähigkeit unter entsprechend geringen Tagesfortschritten durchfahren werden; es kamen Stellen gewaltigen Druckes vor, so daß die stärksten Stämme des Einbaues geknickt wurden. Der Südeingang bot ähnliche Schwierigkeiten, jedoch erwies sich hier die tertiäre Schichtstrecke länger als angenommen und die Druckstellen fehlten zum Glück. Am unklarsten ist das Tal von Chaluet, dessen Sohle in 200 ^{m} Tiefe unterfahren wird, und in dem sich ein 100 ^{m} hoher und 1 ^{km} langer Kalkklotz von rätselhafter Herkunft befindet. Ob er eine zerrissene Falte des Grenchenberges oder eine selbständige Auffaltung oder nur eine abgestürzte Gebirgsmasse darstellt, darüber wird der Bau des Tunnels Aufklärung bringen müssen. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 118.)

Nachträgliche Trockenlegung nasser Tunnelgewölbe; von E. v. Willmann. Es wird hervorgehoben, daß die vielfach zur Zurückhaltung des Wassers bei alten Tunnelgewölben angewendeten Mittel, nämlich das Kalfatern und das Einspritzen von Zement, sich wenig bewährt haben. Am richtigsten ist es, den Tunnelrücken bergmännisch freizulegen, dann wasserdicht abzudecken und dafür zu sorgen, daß das Gebirgswasser richtig abgeführt wird. Beschreibung des Arbeitsvorganges und der Zimmerung beim Ringanschluß und Ringwechselverfahren. — Mit Abb. (Verkehrst. Woche 1913, S. 533.)

Spreetunnel der Hoch- und Untergrundbahn in Berlin; von Kemmann. Nach Erwähnung der Schwierigkeiten beim Bau des ersten Spreetunnels bei Treptow wird die Baugeschichte des zweiten, im März d. J. vollendeten Spreetunnels der Untergrundbahngesellschaft, der ebenfalls eine Reihe von Schwierigkeiten zu überwinden gab, mitgeteilt. Die Unterwasserstrecke ist in zwei Abschnitten in offener Baugrube hergestellt worden. Die Anordnung der letzteren, die Herstellung des Fangdammes, die Wasserhaltung, der Bruch des Fangdammes und die Wiederherstellungsarbeiten werden ausführlich besprochen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 283.)

Vortrieb des Elbtunnels in Hamburg; von O. Stockhausen (s. 1913, S. 331). Ausführliche Behandlung. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 1301, 1389, 1446; kurze Besprechung und Wiedergabe im Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 55.)

Umbau des alten Pragtunnels zwischen Stuttgart und Feuerbach. Der 828,6 ^{m} lange Tunnel wurde 1843/46 erbaut. Das lichte Profil genügte schon im Jahre 1889 nicht mehr, weshalb die Gleise um 20 ^{cm} tiefer gelegt wurden. Es zeigten sich aber auch Alterserscheinungen, Verschiebungen der Widerlager usw., die während des Baues des in Angriff genommenen, im Achsabstande von 18 ^{m} gleichlaufend zum alten Tunnel geführten neuen, zweigleisigen Pragtunnels zunahmen, so daß der alte Tunnel infolge der notwendig werdenden Einrüstungen schließlich nur eingleisig betrieben werden konnte. Nach Fertigstellung des neuen Tunnels wurde der alte außer Betrieb gesetzt und umgebaut. Er wurde um 148,6 ^{m} gekürzt, so daß er ebenso lang wie der neue wurde. Das Profil wurde auf 8,8 ^{m} lichte Weite und 6,2 ^{m} lichte Höhe über der Schwellenoberkante, an der Mündung jedoch auf 6,5 ^{m} Höhe, mit allmählichem Uebergang, ausgeweitet. Auskleidung mit eisernen, mit Beton umhüllten Fachwerkrahmen, die in Abständen von 1,5 ^{m} eingebaut wurden. An vier Stellen im Tunnel wurde gleichzeitig angegriffen, und zwar wurden zunächst die Sohlgewölbe ausgehoben, die Rahmen für diese eingebaut und dann ausbetoniert. Die Länge der einzelnen Zonen war auf 7 ^{m} festgesetzt. Nach 10 tägiger Erhärtung des Betons vom Sohlgewölbe jeder Zone wurden zur Unterstützung des alten Tunnelgewölbes eiserne, auf das fertige Sohlgewölbe sich abstützende Lehrbogen eingebaut, dann Aufbrüche durch das Gewölbe hergestellt und von diesen aus Firststollen vor- und rückwärts getrieben, so daß an 8 Stellen gearbeitet werden konnte. Dann wurde das alte Gewölbe je auf eine Zonenlänge durchbrochen und das Gebirge durch eingezogene Kronbalken auf die eisernen Lehrbogen abgestützt, worauf die Ausweitung und die Herstellung der Auskleidung erfolgte. Ausführliche Beschreibung der Bauarbeiten. — Mit Abb. (Bauz. f. Württemb. usw. 1913, S. 161.)

Durchschlag des Rudersdorfer Tunnels in der Bahnlinie Weidenau-Dillenburg im März d. J. Der Tunnel hat eine Länge von 2645 ^{m}. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 369.)

Die Tunnelbauten am Arlberg (s. 1913, S. 332) unweit der Trisanabrücke in einer Gesamtlänge von 1500 ^{m}

sind mittels elektrischer Bohrmaschinen bisher auf einer Strecke von 1000 m erbohrt. Vom zweiten Tunnel (1140 m lang) beim Wildtobel wurden rd. 300 m mit Flottmannschen, mit Druckluft betriebenen Bohrhämmern erbohrt. Schwierigkeiten werden hier durch die Unterführung des Spreubaches entstehen. Im Frühjahr 1914 sollen die beiden Tunnel eröffnet werden. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 128.)

Vierteljahresberichte über die Arbeiten auf der Linie Frutigen—Lötschberg—Brig und am Tunnel für die Zeit vom Oktober bis Dezember 1912 (s. **1913**, S. 332). (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 259.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Simplontunnel II (s. **1913**, S. 332). Auf der Nordseite gingen die Arbeiten ruhig weiter; von der Mündung bis Kilometer 0,182 sowie von Kilometer 1,120 bis 1,240 wurde mit Firststollenbetrieb, in allen übrigen Strecken mit Firstschlitzbetrieb gearbeitet. Zur Förderung werden Benzinlokomotiven benutzt; die Installationen werden vollendet und die Transformatoren-Station wird begonnen. — Auf der Südseite wird an den Installationen gearbeitet; die Sprengarbeiten beginnen am 31. März. Im April 1913 betrug:

	Nordseite	Südseite	Zus.
vom Firststollen die Monatsleistung	236 m	192 m	428 m
Stand am 30. April	832 „	192 „	1024 „
vom Vollausbruch die Monatsleistung	211 „	104 „	315 „
Stand am 30. April	683 „	104 „	787 „
vom Widerlager die Monatsleistung	242 „	— „	242 „
Stand am 30. April	450 „	— „	450 „
vom Gewölbe die Monatsleistung	235 „	— „	235 „
Stand am 30. April	390 „	— „	390 „
vollendeter Tunnel am 30. April	390 „	— „	390 „
in Prozent der Tunnellänge	2	—	2
der mittlere Schichtenaufwand täglich im Tunnel	645	237	882
außerhalb des Tunnels	365	293	658
zusammen	1010	530	1540

(Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 148, 220, 272.)

Tabellarische Zusammenstellung über die Arbeiten am Grenchenbergtunnel in den Monaten Januar und Februar 1913 (s. **1913**, S. 333). (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 138, 218.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Grenchenbergtunnel (s. **1913**, S. 333). Im Februar und März 1913 war auf der Nordseite die Arbeit nur an einem Tage wegen einer Axkontrolle eingestellt, auf der Südseite dagegen mußte der Vortrieb wegen bedeutender Wasserzuflüsse vom 8. bis 11. Februar und dann vom 26. Februar bis Ende April ganz unterbleiben, jedoch wurde mit der Mauerung fortgefahren und das Sohlgewölbe bis Kilometer 1,302 fertiggestellt. Die größte Wassermenge wurde am 24. März festgestellt und betrug 899 l/sek. Im April betrug:

	Nordseite	Südseite	Zus.
im Sohlenstollen die Monatsleistung	84 m	— m	84 m
die Länge am 30. April	1816 „	1604 „	3420 „
die mittl. tägl. Arbeiteranzahl außerhalb des Tunnels	252	267	519
im Tunnel	522	413	935
zusammen	774	680	1454
die Gesteinstemperatur vor Ort Grad C	15	9,5	
an der Mündung ausfließendes Wasser l/sek.	59	574	

(Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 148, 204, 272.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Hauenstein-Basistunnel (s. **1913**, S. 333). Im Februar 1913 waren sowohl auf der Nordseite als auch auf der Südseite 2 bis 3 Bohrhämmer in Tätigkeit, im ganzen waren im März auf der Nordseite 8, auf der Südseite 35 im Betriebe. Der tägliche Fortschritt betrug im Mittel auf der Nordseite 4,6 m, auf der Südseite 5,1 m; im April betrug:

	Nordseite	Südseite	Zus.
im Sohlenstollen der Monatsfortschritt	148,8 m	223,5 m	372,3 m
der mittlere Tagesfortschritt	8,75 „	8,9 „	16,75 „
die Länge am 30. April	616,3 „	2521,4 „	3137,7 „
in Prozent der Tunnellänge	7,6	31,0	38,6
im Firststollen der Monatsfortschritt	95,0 „	156,0 „	251,0 „
die Länge am 30. April	169,0 „	2158,0 „	2327,0 „
vom Vollausbruch der Monatsfortschritt	— „	260,0 „	260,0 „
die Länge am 30. April	19,0 „	1834,0 „	1853,0 „
vom Mauerwerk die Widerlagerlänge am 30. April	19,0 „	1650,0 „	1669,0 „
die Gewölbelänge am 30. April	24,0 „	1538,0 „	1562,0 „
die ausfließende Wassermenge an der Mündung l/sek.	9,5	45,0	
die Gesteinstemperatur vor Ort Grad C	9,8	25,0	
die Lufttemperatur vor Ort Grad C	12,8	24,5	
der mittlere Schichtenaufwand im Tunnel	231	848	1079
außerhalb des Tunnels	52	230	282
auf offener Strecke	276	60	336
zusammen	559	1138	1697

Am 17. Mai wurde der Stollenvortrieb um 14,7 m in 24 Stunden gefördert. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 148, 220, 272, 285.)

Der Wasserzufluß im Mont d'Or-Tunnel (s. **1913**, S. 334) war am 3. Januar 1913 auf etwa 1000 l/sek. und bis Mitte Januar auf 500 l/sek. zurückgegangen. Das Wasser stammte aus dem in den Doubs fließenden Bach Bief Rouge, der bald nach dem Einbruch austrocknete. Man will eine Absperrmauer mit einer Schütze im Stollen herstellen, hinter der sich das Wasser wieder wie früher aufstauen würde. Dann soll der Tunnel bis zu dieser Absperrmauer vollendet und mit einem Ablaufkanal versehen werden, in den das abgesperrte Wasser durch Oeffnen der Schützen geleitet würde, so daß der Hauptstollen trockengelegt und nach Abbruch der Absperrmauer vollendet werden könnte. Es werden zurzeit Untersuchungen angestellt, ob der Wasserstand des Doubs dauernd leiden, also die Bevölkerung benachteiligt werden würde. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 33, 129.)

12 Tunnel der Linie Martigny-Chatelard. — Mit Querprofilen. (Rev. génér. des chem. de fer 1912, II, S. 308.)

Untergrundbahn für Mailand. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 339.)

Doppeltunnel unter der Seine für die Nord-Süd-Bahn von Paris, ausgeführt von 1906 bis 1909; von Bechmann und Masson. Die im Jahre 1899 von Berlier begonnene Linie zur Verbindung der Stadtviertel Montparnasse und Montmartre wird ausführlich behandelt und die Herstellung des 540 m langen Doppeltunnels mit gleichlaufenden Röhren von je 5 m Durchmesser unter der Seine beschrieben. Entfernung der Achsen beider Rohre 5,8 m. Die Herstellung der aus Segmenten zusammengesetzten Röhren und der zum Vortrieb mittels Druckluft dienende Schild sowie die Luftschleusen, die Aufstellung der Maschinen, die Ausführungsarbeiten und die Kosten

werden eingehend besprochen. — Mit Abb. Schaubild und 3 Tafeln. (Ann. des ponts et chauss. 1913, 1, S. 7—49.)

Neuer Fußgängertunnel unter der Themse; von Joh. Oeser (s. 1913, S. 334). Der 490 m lange, in zwei lotrechten, 18 m tiefen Schächten von je 7,5 m Durchmesser endigende, im Jahre 1910 begonnene Tunnel zwischen Nord- und Süd-Woolwich, der in seiner Bauart dem bei Greenwich gelegenen ähnelt und vor kurzem dem Betrieb übergeben wurde, wird kurz beschrieben. — Mit Querschnittabb. (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1913, S. 81.)

Die Eisenbahntunnel von Newyork-City; von Noble. Ausführlicher Bericht über die bekannten Tunnelbauten der Hudson-Manhattan- und Pennsylvania-Bahn sowie der Untergrundbahn in Newyork. Lagepläne, Ausführung der Arbeiten und des Schildvortriebes. — Mit Abb. u. 15 Tafeln. (J. of the Franklin Inst. 1913, April, S. 343—384.)

Straßentunnelanlage für San Franzisco; von Joh. Oeser. Die geplante Anlage soll Ländereien erschließen, die durch eine Hügelkette von der Stadt getrennt sind. Kurze Beschreibung. — Mit Lageplan und Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenb. 1913, S. 125.)

Erbohrung und Bau eines Kraftwassertunnels bei den Tallulah-Fällen in Georgia; von Graham. Einzelheiten der in schwer zu bearbeitendem Gestein erfolgten Herstellung des Stollens. Die Auskleidung geschah mit Beton, der mittels Druckluft eingebracht wurde. — Lageplan und Schaubild. (Eng. record 1913, Bd. 67, S. 396.)

Kaukasustunnel. Der Tunnel soll etwa 25,5 m lang werden und in 1300 bis 1400 m Seehöhe liegen. Die Luftlinie zwischen den Endpunkten der vorhandenen Bahnen ist 150 km lang. Die Umfahrung des Gebirges bedingt gegenwärtig einen Weg von 1000 km Länge. Als Bauzeit sind 7 bis 8 Jahre vorgesehen. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 91; Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 173.)

Tunnellüftungsanlage bei Weehawken. Wegen andauernder Rauchanfüllung wurde an der Westmündung des 1288 m langen Tunnels eine Lüftungsanlage nach der Bauart Churchill eingerichtet, bei der aus einer kreisförmigen Düse Luft in den Tunnel eingeblasen wird. Vorher hatte sich eine solche Anlage vor 11 Jahren auf der Norfolk und Western-Bahn bewährt. Der Tunnel hat einen Querschnitt von 46,8 qm bei 8,25 m Weite und 5,95 m Höhe; sein Luftinhalt beträgt 60 500 cbm. Die Lüfter haben eine Stundenleistung von je 8250 cbm; die aus der Düse austretende Luft hat eine Geschwindigkeit von 30 m/Sek. und erzeugt im Tunnel eine Luftgeschwindigkeit von 4,5 m, so daß die Luft des Tunnels in 4 bis 5 Minuten erneuert wird. Jeder der beiden Ventilatoren liegt in einem kleinen Maschinenhause und beide befinden sich 30 m vor der Tunnelmündung beidseitig der Gleise. Die Umdrehungszahl der Ventilatoren, die von Elektromotoren mit 600 Umdrehungen angetrieben werden, beträgt 150. An der Südmündung des Tauerntunnels befindet sich eine ähnliche Anlage bei Mallnitz. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 213.)

G. Brückenbau und Fähren; Statik der Baukonstruktionen,

bearbeitet von Regierungsbaumeister G. Oppermann in Hannover.

Stein-, Beton- und Eisenbetonbrücken.

Beobachtungen beim Ausrüsten einer Eisenbetonbogenbrücke mit drei Gelenken, Mitteilung aus dem Kgl. Materialprüfungsamt Groß-Lichterfelde; von Prof. M. Rudeloff und Ingenieur O. Panzerbieter. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 86 ff.)

Bemerkenswerte Bauwerke in Eisenbeton; von Obering. Hart. Fortsetzung. Landwegbrücke über den Oder-Spree-Kanal. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 91.)

Beachtenswerte Beobachtungen bei Belastungsversuchen an zwei französischen Bauwerken; von Dr.-Ing. H. Marcus. Der erste Versuchsgegenstand ist die Dreigelenkbogenbrücke in Eisenbeton von Amélie-les-Bains, der andere sind die Eisenbetonkonsolen der Rue de Rom in Paris. Die Versuche zeigen die große Widerstandsfähigkeit des Eisenbetons. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 114.)

Neuere Ausführungen von Balkenbrücken aus Eisenbeton; von Regierungsbaumeister Gehler. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 182.)

Fachwerkbrücke aus Eisenbeton über die Ager bei Schwanenstadt in Oberösterreich; von Prof. Dr.-Ing. R. Saliger. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 217.)

Risorgimento-Brücke über den Tiber in Rom; kritische Betrachtungen über ihre konstruktive Ausbildung und ihre statische Berechnung; von Dr.-Ing. H. Marcus. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 294 ff.)

Brücke aus Eisenbeton über die Aa in Bocholt i. Westf.; von G. Funke. Rahmenkonstruktion. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 410.)

Eisenbahnbrücke über die Bode bei Thale am Harz; von Dipl.-Ing. Robert Berman. Eisenbetonbogenbrücke mit mehreren Oeffnungen. Eingehende Beschreibung. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 442.)

Verstärkung dreier Straßenbrücken im Zuge des Ems-Weser-Kanals bei Hannover; Vortrag von Prof. Dr.-Ing. E. Mörsch. Die Verstärkungen wurden notwendig, da die Widerlager beim Absenken des Lehrgerüstes der Brücken infolge des großen wagerechten Schubes der Bögen und des geringen Gleitwiderstandes der Bausohle auswichen. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1913, Mitt. über Zement-, Beton- und Eisenbetonbau, S. 43.)

240 m langer Schleppbahnviadukt aus Eisenbeton in Pöchlarn a. d. Donau; von Ing. Leo Kauf. Plattenbalken. Eingehende Beschreibung. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 161.)

Eisenbetonbrücke im Senkungsgebiet des rheinisch-westfälischen Industriebezirks; von Ing. Klein. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1912, S. 446.)

Nassentelle-Brücke bei Lauscha; von M. Rüdiger. Stampfbetonbogenbrücke mit mehreren Oeffnungen. Eingehende Beschreibung. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 25.)

Straßenbrücke über das Möhnetal bei Körbecke; von Regierungsbaumeister a. D. Lewe. Eisenbetonbogenbrücke von 518,4 m Länge. 18 Hauptbogen von je 25,2 m Lichtweite. 6 Pfeiler sind als Gruppenpfeiler, die übrigen als Zwischenpfeiler ausgebildet. Eingehende Beschreibung und Angabe der Berechnung. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 56.)

200 m langer Eisenbetonviadukt über die Listertalsperre bei Stein; von Dipl.-Ing. Victor Mautner. Mit den Mittel- und Endstützen fest verbundener durchlaufender Balken über je 3 Oeffnungen von 14,5 m Stützweite. Die Hauptträger sind als durchlaufende Träger von 14,5 m Stützweite auf elastisch drehbaren Stützen berechnet. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 88.)

Neuere weitgespannte Eisenbetonbrücken; von Dipl.-Ing. Th. Gesteschi. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 114 ff.)

Der Ems-Weserkanal und seine Eisenbetonbauten; von Obering. Hart. — Mit vielen Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 126 ff.)

Halenbrücke bei Bern; von Dipl.-Ing. Ziesemer. Eisenbetonbogenbrücke. Kurze Beschreibung. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 134.)

Die neue Straßenbrücke bei Rothenburg, Kanton Luzern. Viadukt mit 5 Oeffnungen von je 22^m Spannweite. Außergewöhnlich weitgehende Auflösung der Konstruktionsteile in Einzelelemente. Beschreibung. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 109.)

Eiserne Brücken.

Verwendung hochwertigen Stahles als Brückenmaterial; Vortrag von Ing. R. Schanzer. Allgemeine Erörterungen. Versuche. Amerikanische Nickelstahlbrücken. Deutsche Nickelstahlbrücken. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- und Arch.-Ver. 1913, S. 129.)

Brückenprovisorien mit geringer Bauhöhe für den Einbau von Betoneisenbauten an Stelle eiserner Tragwerke; von Ing. Edm. Duchkowitsch. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öff. Baudienst 1913, S. 127.)

Verkehrsübergabe der neuen Oderbrücke bei Greifenhagen. Die Brücke überspannt den Strom in einer Mittelöffnung von $103{,}27^m$ und 2 Seitenöffnungen von je $71{,}36^m$ Stützweite. Kurze Beschreibung. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 120.)

Das Alteisen der abgebrochenen Eisenbahnbrücke über den Rhein beim Dorfe Hamm; von Dr. Bohny. Mitteilung der Versuchsergebnisse. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 131.)

Statik und Festigkeitslehre.

Beitrag zur Theorie der Rippenkuppel; von Dr.-Ing. H. Marcus. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 15 ff.)

Neue Versuche mit eingespannten Platten; von Dipl.-Ing. Paul Knauff. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 29.)

Lastverteilende Wirkung der Querträger; von Dr.-Ing. F. Kögler. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 107.)

Bestimmung der Kreuzlinien bei durchlaufenden Trägern; von Dipl.-Ing. Norbert Assam. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 191.)

Untersuchungen an durchlaufenden Eisenbetonbauten; von Dr.-Ing. E. Probst. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 194.)

Berechnung von Eisenbetonschachtwandungen; von Dipl.-Ing. F. Baumstark. (Armierter Beton 1912, S. 226.)

Welches sind die wirklich auftretenden Spannungen bei Eisenbetonbauteilen? Von Dr.-Ing. E. Probst. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 265.)

Bedeutung des Steifigkeitsverhältnisses bei einfachen Rahmenkonstruktionen; von Scharff. — Mit Abb. (Armierter Beton 1912, S. 384.)

Statische Berechnung des vollwandigen Bogenträgers mit zwei Gelenken; von Dr. Siegmund Schwätzer. (Eisenbau 1913, S. 104.)

Untersuchungen über die Normalspannungen in rechteckigen Eisenbeton-Querschnitten bei Kraftangriffen außerhalb der Hauptträgheitsachsen; von Dr.-Ing. H. Marcus. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1913, Mitt. über Zement-, Beton- u. Eisenbetonbau, S. 22.)

Beziehungen zwischen Kraftrichtung, Stabspannung und Knotenverschiebung im statisch bestimmten Fachwerke. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öff. Baudienst 1913, S. 129.)

Beiderseits eingespannter elastischer Bogenträger, als räumliches System betrachtet, mit besonderer Rücksichtnahme auf die praktisch-statische Berechnung der gewölbten Brücken und der Balkenträger; von Dr. Siegmund Schwätzer. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öff. Baudienst 1913, S. 214.)

Berechnung von Behälterwänden in Eisenbeton; von Ing. Otto Gottschalck. (Beton u. Eisen 1912, S. 404.)

Bewehrung gegen Verdrehen; von Martin Preuß. (Beton u. Eisen 1912, S. 408.)

Wirtschaftlich vorteilhafteste Höhe der Eisenbetonbalken; von Prof. E. Suenson. (Beton u. Eisen 1912, S. 431.)

Druckverteilung in exzentrisch belasteten Mauerpfeilern bei Ausschluß von Zugspannungen; von Prof. E. Möricke. (Beton u. Eisen 1913, S. 9.)

Berechnung der gekreuzt bewehrten Eisenbetonplatten und ihrer Aufnahmeträger; von Dipl.-Ing. Hugo v. Bronneck. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 37.)

Berechnung der Durchbiegungen durchlaufender Balkenträger; von Michael Gomboß. (Beton u. Eisen 1913, S. 51.)

Freitragende Dächer in Eisenbeton; von Prof. L. Geusen. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 133.)

Näherungslösungen statisch unbestimmter Probleme; von H. Lorenz. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 543.)

Berechnung gewölbter Platten; von Dipl.-Ing. Dr. H. Keller. Umfangreiche Abhandlung. — Mit vielen Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 111 ff.)

H. Gewässerkunde, Meliorationen, Fluſs- und Kanalbau, Binnenschiffahrt,

bearbeitet von Regierungsbaumeister Schütz in Hannover.

Gewässerkunde.

Berücksichtigung des Unterdrucks bei Talsperren; von Soldan. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 134.)

Eisaufbruch und Wasserstandsverhältnisse in den norddeutschen Stromgebieten; von Fischer. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 198.)

Bedeutung des Grundwasserstandes; von Keller. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 461.)

Fortschritte in der Erforschung und Darstellung der Niederschlagsverhältnisse Norddeutschlands; von Fischer. Besprechung der neuen Auflage von Hellmanns Regenkarten für die preußischen Provinzen und das übrige Norddeutschland. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 566.)

Versuche über den Reibungswiderstand zwischen strömendem Wasser und Bettsohle; zur Erforschung der Geschiebe- und Sinkstoffbewegung; von Leiner, Engels und Krey. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 485, 678; Z. f. Bauw. 1912, S. 473.)

Hochwasser und Hochwasserschutz in Pittsburg. Mitteilungen aus dem Bericht der Hoch-

wasserkommission in Pittsburg über die Ursache der Häufigkeit und die Größe der Fluten des Ohioflusses und seiner Nebenflüsse und über deren Verhinderung. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 488.)

Meliorationen.

Gebirgsbäche in der Landeskultur; von Altgelt. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 459.)

Wasserwirtschaft in Mesopotamien in der Vergangenheit und ihre Wiederbelebung in der Gegenwart; von Tholens. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1912, S. 271; Deutsche Bauz. 1911, S. 861 und 1912, S. 149.)

Flufs- und Kanalbau.

Deichbauten am Hoangho; von Böhl. Es wird ein eigenartiges, aber nicht zu empfehlendes Verfahren geschildert, wie es zur Wiederherstellung von gebrochenen Deichen in China üblich ist. (Deutsche Bauz. 1912, S. 326.)

Rhein-Ruhr-Häfen; von Schwabe. Angaben über den Verkehr. (Z. d. österr. Ing.- und Arch.-Ver. 1912, S. 137.)

Neuer Luitpoldhafen in Regensburg (s. **1913**, S. 195); von Pollak. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 525.)

Nützlichkeit einer konkaven Kanalsohle; von Galliot. Die meisten französischen Kanäle haben eine wagerechte Sohle bei 2,0 bis 2,20 ^{m} Wassertiefe und 1 : 2 bzw. 2 : 3 geneigten Böschungen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß sich dieser Querschnitt ebenso wie z. B. beim Dortmund-Ems-Kanal im Betriebe nicht hält, und es wird daher empfohlen, gleich von Anfang an den Querschnitt auszubauen, der sich im Laufe der Zeit einstellt, nämlich einen konkaven Querschnitt mit etwa 2,5 ^{m} Wassertiefe in der Mitte. Dabei erreicht man den weiteren Vorteil, daß der Schiffswiderstand erheblich vermindert wird. Die hierüber im Kanal von Burgund mit verschiedenen Kanalschiffen angestellten Versuche werden mitgeteilt. (Ann. des ponts et chauss. 1912, II, S. 379.)

Der Brückenkanal des Großschiffahrtsweges Berlin-Stettin über der Berlin-Stettiner Eisenbahn; von Haesler. Angaben über die Ausbildung und die Ausführung. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 429.)

Der Budapester Ringkanal. Kurze Angaben über den Entwurf eines Ringkanals, welcher auch den weiter von der Donau entfernt liegenden Teilen und den Vororten die Vorteile eines billigen Wassergüterverkehrs sichern soll. Er soll für den Verkehr von 650 ^{t}-Schiffen eingerichtet werden. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 685.)

Wiederherstellung des Mauerwerks im Tunnel von Mauvages für den Rhein-Marne-Kanal; von Launay. Der in den Jahren 1841 bis 1846 erbaute Tunnel durchschneidet blauen Mergel, der an sich große Härte besitzt, aber bei Hinzutritt von Luft und Wasser rasch zerfällt. Die Erbauer hielten den Mergel für zuverlässig und sahen daher nur eine Verblendung von 30 ^{cm} mittlerer Stärke vor. Bald nach dem Einlassen des Wassers stellte man aber Bewegungen des Leinpfads und der Widerlager fest und mußte sich daher zu Wiederherstellungsarbeiten entschließen, die von 1860 bis 1907 fast ununterbrochen während der Schiffahrtssperre ausgeführt wurden. 1907 beobachtete man eine beunruhigende Senkung des Gewölbes und bei näherer Untersuchung ergab sich, daß losgelöster Mergelschutt in 5 bis 7 ^{m} Höhe auf der schwachen Verkleidung lag. Bei der Entscheidung der Frage, ob man den alten Kanal wiederherstellen oder einen neuen bauen sollte, entschloß man sich zur Wiederherstellung des alten Kanals. Die Arbeiten wurden von der Firma Fongerolles nach einem ihr patentierten Verfahren ausgeführt, das die Wiederherstellung unter Vermeidung einer dauernden Schiffahrtssperre gestattet. Der Tunnel wurde in Strecken von 200 ^{m} Länge geteilt, die durch Pontons abgeschlossen und leergepumpt werden konnten. Das Leerpumpen, das ungefähr eine Stunde in Anspruch nahm, wurde begonnen, nachdem vorher Arbeitsschiffe mit den nötigen Materialien in die trockenzulegende Abteilung eingefahren waren. Während der Wiederherstellungsarbeiten wurde der obere Teil des Tunnels durch Lehrgerüste aus eisernen Bögen unterstützt. Während einer Unterbrechung der Schiffahrt von etwa 40 Stunden Dauer wurde der unter Wasser gelegene Beton in 4 bis 6 ^{m} langen Absätzen eingebracht, und zwar zunächst die eigentlichen Fundamente, dann die Seitenmauern und schließlich das dazwischengespannte Sohlgewölbe. Zwischen dem Fertigstellen des Betons und dem Wiedereinlassen des Wassers lag jedesmal ein Zeitraum von 20 bis 30 Stunden, so daß der Beton genügend Zeit zum Erhärten hatte. Stärke des oberen Gewölbes 80 ^{cm}, des Sohlgewölbes 50 ^{cm}. (Ann. des ponts et chauss. 1912, III, S. 461.)

Sau-Dniestr-Kanal; von Spett. Kurze Mitteilungen. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 179.)

Der neue Großschiffahrtskanal im Staate Newyork; von Nagel. Kurze Beschreibung. (Z. d. österr. Ing.- und Arch.-Ver. 1912, S. 8.)

Die Regulierung des Hochwasserbettes der geteilten Weichsel von Gemlitz bis Pieckel; von Pollak. Kurze Beschreibung. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 232; Zentralbl. d. Bauverw. 1911, S. 565.)

Regulierung des Bodensees. Die Regulierung soll die Tieferlegung der Hochwasserstände und die Ausgleichung der Wassermengen des Rheins zur Aufgabe haben. Besprechung des Gutachtens der Schweizerischen Landeshydrographie. (Deutsche Bauz. 1912, S. 599.)

Regulierung geschiebeführender Flüsse und Korrektion der Save in Krain. Besprechung eines Aufsatzes des Ingenieurs Karl Pick. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 410.)

Aufgelöste Bauweise der Staumauern im Vergleich zum dreieckförmigen Querschnitt; von Wolf. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 400.)

Die Möhnetalsperre. Kurze Beschreibung. (Z. d. österr. Ing.- und Arch.-Ver. 1912, S. 426.)

Die Talsperre bei Mauer am Bober. Kurze Angaben über die Kosten, die Bauausführung und die Abmessungen der Talsperre, sowie über die Art der Ausnutzung der verfügbaren Wasserkraft. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 609.)

Das badische Murgwerk bei Forbach; von Weitzel. (Deutsche Bauz. 1912, S. 523.)

Gesetzentwurf über den Bau und Betrieb eines Murgwerks durch den badischen Staat. Kurze Angaben über die Art des künftigen Betriebes und die Verwendung der gewonnenen Kraft. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 422; Deutsche Bauz. 1912, S. 523.)

Bruch der Austintalsperre (s. **1913**, S. 195) und Grundsätze für die Erbauung von Talsperren; von Ehlers. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 238.)

Der Dammbruch am Eriekanal. Kurze Angaben über die Herstellung des Dammes, auf dem der Kanal die Schlucht des Irondequoit-Baches überschreitet, über die Ursachen des Bruches und über die Art der Wiederherstellung. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 68.)

Der Bruch der Sperrdämme von Dells und von Hatfield (Wisconsin) am 6. Oktober 1911 (s. **1913**, S. 195). Kurze Angabe über die Bauart der teils aus Betonmauerwerk, teils aus Erddämmen mit innerem Betonkern bestehenden Sperren und über ihre Zerstörung, die durch Ueberlaufen der Erddämme herbeigeführt wurde. (Génie civil 1912, Bd. 60, S. 33.)

In Ausführung begriffene Wasserbauten in Mähren und Galizien. Kurze Angaben über die Bistřička-Talsperre, die Bečwa-Regulierung und die Flußregulierungen in Galizien. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 199.)

Leerschuß- und Sturzbett-Anordnungen an Wasserkraftanlagen; von Rümelin. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 470.)

Ausbau von Wasserkräften im oberen Quellgebiet der Weser; von Sympher. Kurze Angaben über die Ausnutzung der Wasserkräfte an der Edertalsperre, der Diemeltalsperre und dem geplanten Weserwehr unterhalb Hannoversch-Münden. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 5.)

Wasserkraftausnutzung und Elektrizitätsversorgung in Bayern. Ueberblick über den bereits in Angriff genommenen und den für später in Aussicht stehenden Ausbau der vorhandenen Wasserkräfte. (Deutsche Bauz. 1912, S. 61.)

Gamperdonawerk für Feldkirch. Kurze Mitteilungen über die geplante Ausnutzung der Wasserkraft des Mengbaches (12 000 P. S.) in der Gamperdonaschlucht bei Nenzing. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 442.)

Wasserkraftanlagen im Traungebiete und Wasserkraftprojekte an der Mur in Steiermark. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 271.)

Plan zur Ausnutzung und Weiterleitung der Wasserkräfte der französischen oberen Rhone; von Ourson. Besprechung verschiedener älterer und neuerer Pläne. (Mém. et compte rendu des trav. de la Soc. des Ing. civils de France 1912, II, S. 454; Génie civil 1912, Bd. 61, S. 213.)

Wasserkräfte der verschiedenen großen Ströme Kataloniens und Aragoniens; von Brillonin. (Mém. et compte rendu des trav. de la Soc. des Ing. civils de France 1912, I, S. 297.)

Trolhättan - Wasserkraftanlagen. Kurze Angaben. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 241.)

Selbsttätig bewegliches Wehr mit zylindrischen Gegengewichten, die auf geneigten Ebenen laufen. Kurze Beschreibung. — Mit Abb. (Génie civil 1912, Bd. 60, S. 54.)

Selbsttätiges Ueberfallwehr; von Böhm. Beschreibung und Berechnung eines Wehrs im hinteren Gosau-See. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 612.)

Wiederherstellung des gebrochenen Wehrs in der Oder an der Neißemündung. Beschreibung der Herstellung eines Notwehrs. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 250.)

Binnenschiffahrt.

Schleppmonopol auf dem Rhein - Weser-Kanal; von Sympher. Angaben über den Verkehr, die Höhe der Schleppkosten und die Zahl und Bauart der zu beschaffenden Schleppdampfer. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 579.)

Neue Ableitung des Schleppkraftgesetzes; von Kreuter. (Z. d. österr. Ing.- und Arch.-Ver. 1912, S. 281.)

Schutz der Bauwerke an den Schiffahrtskanälen gegen Bodensenkungen in Bergbaugebieten; von Unger. Kurze Angaben über die am Rhein-Herne-Kanal getroffenen Vorkehrungen. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 13.)

Die Binnenschiffahrt; von Sievers. Besprechung des gleichnamigen Werkes von Teubert. (Zentralbl. d. Bauverw. 1912, S. 629.)

Hochwasserschutz und Großschiffahrtsweg bei Breslau; von Wannovius. Der neue Entwurf sieht entgegen den früheren das Schwarzwassertal als Hauptflutarm vor und geht dabei von dem Grundgedanken aus, oberhalb Breslaus den Hochwasserstand vom Jahre 1903 nicht zu heben, ihn unterhalb der Stadt aber erheblich zu senken, sieht auch neben dem Hochwasserschutz einen neuen Großschiffahrtsweg vor. (Deutsche Bauz. 1912, S. 694.)

Uebersicht über den Güterverkehr der preußischen Schiffahrtsstraßen in Tonnen. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 508; Deutsche Bauz. 1912, S. 420.)

Statistische Daten über die Binnenschiffahrt Frankreichs im Jahre 1910. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 651.)

I. Seeuferschutz- und Hafenbauten, Seeschiffahrts-Anlagen,

bearbeitet von Regierungsbaumeister Schilling in Lünen.

Seehäfen.

Wiederherstellung des zweiten Teiles der Nordmole im Hafen von Civitavecchia. Verlängerung und Wiederherstellung einer bestehenden Mole, die im Jahre 1902 zerstört worden war. Die ursprüngliche Mole bestand aus einem Steinkern mit einer stufenförmigen Verkleidung aus Betonblöcken von 16 ^{cbm} Inhalt, darüber eine Mauerung mit Brustwehr. Bei der Wiederherstellung kamen an den dem Sturm am meisten ausgesetzten Stellen statt der 16 ^{cbm}-Blöcke solche von 24,8 ^{cbm} Inhalt zur Verwendung, außerdem einzelne Mauerwerkskörper von $5 \times 4 \times 3\,^{m} = 60\,^{cbm}$ Inhalt. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 700.)

Bauten im Hafen von Alexandrien. Bau dreier Dämme, von denen zwei von je 300 ^{m} Länge die Seiten eines neuen Hafenbeckens bilden; der dritte zum Ufer parallele Damm wird 1000 ^{m} lang. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 748.)

Neue Hafenerweiterung in Emden. Bau der neuen Seeschleuse in Emden. Tiefe des Drempels 13 ^{m}, Breite 40 ^{m}, Schleusenkammerlänge 260 ^{m}. Schleusentore mit 40 ^{m} Länge, 20 ^{m} Höhe und 8 ^{m} Breite. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 782.)

Waalhafen von Rotterdam. Vergrößerung des Hafens, um Liegeplätze für 33 größere und 33 kleinere Seeschiffe zu schaffen. Gesamtbodenbewegung 10 000 000 ^{cbm}. Gesamtkosten einschließlich Uferbefestigungen (ohne Kaimauern), Anlegepfähle und Anlegebrücken rd. 9 Millionen Kronen. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 677.)

Hafen von Livorno im Jahre 1910. Aus dem Berichte des österreichischen Generalkonsulats in Livorno. Verlängerung eines Wellenbrechers um 700 ^{m}; Vertiefung des äußeren Handelshafens auf 9 ^{m}. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1911, S. 678.)

Hafen von Rangoon. Verbesserung der Hafenverhältnisse durch Herstellung eines Trennungswalles und eines Kanals durch eine Sandbarre. Der Wall wird aus Steinen geschüttet. — Mit Abb. (Engineer 1911, II, S. 532.)

Erweiterung des Hafens von Liverpool. In der Hauptsache Bau eines neuen Trockendocks (des Gladstone-Docks) mit unmittelbarer Einfahrt vom Mersey aus. Das neue Dock ist nahezu 300 m lang, also rund 40 m länger als der Dampfer „Olympic". Erweiterungsplan. — Mit Abb. (Engineer 1912, I, S. 154, 170.)

Gladstone-Trockendock in Liverpool. – Mit Abb. (Engineer 1912, I, S. 581, 604.)

Neue Häfen in London. Kurze Angaben über die geplanten neuen Häfen. — Mit Abb. (Engineer 1912, I, S. 167.)

Erweiterung des Antwerpener Hafens. Angaben über die beiden Vorschläge zur Herstellung eines Kanals, der in dem einen Falle dem Lauf der Schelde folgen soll, im anderen einen großen Durchstich zwischen Antwerpen und Kruisschans vorsieht. — Mit Abb. (Engineer 1912, I, S. 481.)

Hafen Immingham am Humber. Ausführliche Beschreibung des neuen Hafens und seiner Einrichtungen. — Mit Abb. (Engineer 1912, I, S. 512 ff.)

Neue Trockendocks für den Tee bei Middlesbrough. Kurze Angaben über die Größenverhältnisse der zwei neuen Trockendocks. (Engineer 1912, I, S. 542.)

Neues Trockendock am Tyne. Länge 130 m, Breite 18 m, Tiefe 6,6 m. — Mit Abb. (Engineer 1912, I, S. 565.)

Schiffsbauwerke zu St. Nazaire. Ausführliche Angaben. — Mit Abb. (Engineer 1912, II, S. 7.)

Die Häfen von Neu-Südwales; von Halligom. — Mit Abb. (Minutes of proc. of the inst. of civ. eng. 1911, Bd. 184, S. 128.)

Hafenwerke zu Fremantle in Westaustralien; von Palmer. Genaue Beschreibung. — Mit Abb. (Min. of proc. of the inst. of civ. eng. 1911, Bd. 184, S. 157.)

Wiederherstellung und Ausrüstung des Hafens zu Madras. Molenbau und Hafenausrüstung. — Mit Abb. (Minutes of proc. of the inst. of civ. eng. 1912, Bd. 190, S. 89.) — Aenderung dieses Hafens. — Mit Abb. (Ebenda, S. 130.)

Neues Trockendock zu Belfast. Länge 225 m, Breite der Einfahrt 28 m, Tiefe 7,5 m. — Mit Abb. (Engineer 1912, II, 182.)

Saug-Seebagger. Saugtiefe bis 9 m. — Mit Abb. (Engineer 1912, II, S. 287.)

Häfen und Wasserwege im Jahre 1912, I. Beschreibung der im Jahre 1912 in England ausgeführten Arbeiten. (Engineer 1913, I, S. 3.)

Neue Hafen- und Fähranlagen in Saßnitz; von Proetel. Verlängerung einer bestehenden Mole und Herstellung einer neuen. Bau eines Seeuferdeckwerkes, einer Kaimauer, zweier Landebrücken und zweier Fährbetten für die Fährschiffe. Hafenhochbauten, Zoll- und Güterschuppen, Postgebäude, Betriebswerkstatt usw. Austiefung des Fahrwassers. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1913, S. 285.)

Seekanäle.

Betriebseinrichtungen beim Bau der neuen Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals; von Gährs und Prietze. Genaue Beschreibung der Einrichtungen für den Baubetrieb. — Mit Abb. (Z. f. Bauw. 1913, S. 315.)

Rhein-Nordsee-Kanal. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öff. Baudienst 1912, S. 792.)

Paris ein Seehafen. Kurze Angaben über den geplanten, dem Lauf der Seine folgenden Seekanal. — Mit Abb. (Engineering 1911, I, S. 777.)

Das Projekt „Paris-Seehafen" und der Hochwasserschutz von Paris. Gesamtlänge des geplanten Kanals 185 km. Er folgt dem Seinelauf bis auf 2 Stellen, wo Krümmungen abgeschnitten werden. Tiefe 6,2 m unter N. W., Schleusendrempel 8 m unter N. W., Sohlenbreite 35 m. 4 Staustufen von 6 bis 7 m Höhe. Kosten rd. 140 Mill. M. Die Vertiefung der Seine wird für die Hochwasserabführung bei Paris von großer Bedeutung sein. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öff. Baudienst 1911, S. 552.)

Kanal zwischen der Ostsee und dem Schwarzen Meere. Der Kanal benutzt die Düna und den Dnjepr. Gesamtlänge 3000 km. Sohlenbreite 45 m, Breite in der Wasserspiegellinie 77 m, Tiefe 9,2 m. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öff. Baudienst 1911, S. 438.)

Stand der Arbeiten am Panamakanal. Ausführliche Beschreibung der Bauten. — Mit Abb. (Engineer 1912, I, 90 ff.)

Die Rutschungen am zentralen Einschnitt des Panamakanals. — Mit Abb. (Génie civil 1913, I, S. 401.)

Panama-Kanal. — Mit Abb. (Engineer 1912, II, S. 588.)

Seeuferschutzbauten.

Eisenbeton-Seeuferschutzbauten in England. — Mit Abb. (Min. of proc. of the inst. of civ. eng. 1912, Bd. 189, S. 292.)

Seeschiffahrtsanlagen.

Verankerung einer Hamburger Kaimauer. Bei einer vor 22 Jahren gebauten Kaimauer am Versmannkai, an deren Rückseite zur Erhöhung der Standsicherheit Gewölbe angebaut waren, deren Unterstützungspfeiler mit der Mauer in Verband hergestellt waren und die mit Erde überschüttet wurden, waren die Pfeiler abgerissen, die Gewölbe gleichfalls gerissen. Die Pfähle, auf denen die Mauer ruhte, hatten sich durchgebogen. Die Mauer wurde durch zwei Verankerungen gestützt, von denen die eine am Fuß der Mauer, die zweite am oberen Drittel angeordnet wurde. Die Verankerungen bestanden aus je zwei im Grundriß gekreuzten verzinkten Drahtseilkabeln, die an einem Kies-Kiesel-Betonklotz (Würfelfestigkeit 70 $^{kg}/_{cm^2}$) verankert wurden. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 259.)

Neue Hellinganlage für Japan. Länge des Hellings 300 m, Breite 45 m. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 195.)

200 t-Kran mit elektrischem Antrieb auf den Fairfield-Werken in Glasgow. Ausführliche Beschreibung. — Mit Abb. (Engineering 1911, I, S. 843.)

Einrichtungen zur Verhütung der Staubentwicklung (und Kohlenzerkleinerung) bei der Kohlenverschiffung; von Giraud. Ausführliche Abhandlung über die verschiedenen Systeme der Verladungen von Kohlen in die Schiffe. Verladung mittels Rinnen, Kübel, Trichter, Wagen usw. — Mit Abb. (Génie civil 1913, I, S. 106.)

7 t-Schwimmkran für Spanien. Zum Erzeverladen in Huelva. Dampfantrieb. Ausladung 12 m. — Mit Abb. (Engineer 1911, II, S. 162.)

Holländischer Bagger für Australien. Saugbagger mit Propeller. Druckleitung rd. 450 m lang. Baggertiefe 12 m. Dampfantrieb. Geschwindigkeit des Baggerschiffes rd. 10 Knoten; tägliche Leistung rd. 900 cbm. — Mit Abb. (Engineer 1911, II, S. 237.)

Barke zum Bekohlen von Schiffen. Die Barke trägt 18 Kohlenbehälter zu je 25 t, die an beiden Seiten des Schiffes liegen. In der Abteilung zwischen den Kohlen-

behältern ist ein beweglicher Elevator angebracht, dem die Kohlen aus den Behältern mittels Rinnen zugeführt werden. Der Elevator hebt die Kohlen in eine Rinne, von der sie in die Kohlenräume des zu bekohlenden Schiffes gelangen. Leistung 300 t in der Stunde. — Mit Abb. (Engineer 1911, II, S. 322.)

Französisches Fahrzeug zum Bergen von Unterseebooten. Ein einem Schwimmdock ähnliches Fahrzeug ohne Selbstbewegung. — Mit Abb. (Engineer 1911, II, S. 455.)

Große elektrisch angetriebene Spille. — Mit Abb. (Engineer 1911, II, S. 671.)

32000 t-Schwimmdock für den Medway. Gesamtlänge 200 m, Gesamtbreite 40 m. — Mit Abb. (Engineer 1912, I, S. 552 und II, S. 72.)

150 t-Kran des Kriegshafens von Lorient. Ausladung des Krans 43,5 m. — Mit Abb. (Génie civil 1913, I, S. 321.)

32000 t-Schwimmdock für Portsmouth. 200 m Länge, 40 m Breite. — Mit Abb. (Engineer 1912, II, S. 231.)

K. Materialienlehre,

bearbeitet von B. Stock, Ingenieur und ständigem Mitarbeiter des Kgl. Materialprüfungsamts in Gr. Lichterfelde W.

Holz.

Untersuchungen an Fichtenholz; von Rudeloff. Die im Auftrage des Königl. Preußischen Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten angestellten Versuche erstrecken sich auf vergleichende Untersuchungen von Fichten-Bauholz aus dem Harz und aus Ostpreußen auf seine Festigkeitseigenschaften sowie auf Untersuchungen über den Einfluß des Wildschadens auf die Festigkeit des Fichtenholzes. Die beobachteten Unterschiede in den Eigenschaften des Holzes aus Ostpreußen und dem Harz waren nicht derart, daß sie auf den Einfluß des Standortes zurückgeführt werden mußten. Einfluß des Wildschälens auf die Festigkeitseigenschaften des Holzes hat nicht festgestellt werden können. (Mitt. aus dem Königl. Materialprüfungsamt 1912, Heft 7, S. 349.)

Harthölzer für den Eisenbahnwagenbau; von Weißkopf. Untersuchung verschiedener Holzarten wie deutsche, japanische und slawonische Eiche, Bongori- und Jarrahholz auf Druck- und Zugfestigkeit. Prüfung der verschiedenen Holzarten auf Verhalten unter dem Sandstrahlgebläse; Ein- und Ausfuhr in rohen Bau- und Nutzhölzern; Verhältnis der Kosten des Hartholzes zum Verkaufspreis der fertigen Wagen. — Mit Abb. (Ann. f. Gew. u. Bauw. 1913, S. 102, 142.)

Steine.

Mechanische Untersuchung von Steinpflaster. In Amerika ist man dazu übergegangen, mittels eines neuen Prüfapparates die Pflasterstoffe der Wirklichkeit entsprechend zu prüfen. Eine wagerechte Welle dreht sich um eine senkrechte Achse und es sind an den Enden schwere Räder und eine Reihe stahlbeschlagener Schuhe mit Stollen angebracht, die den Zweck haben, die Wirkung der Wagenräder und der einschlagenden Pferdehufe nachzuahmen. Das zu prüfende Pflaster ist in einem runden Streifen unter der Maschine verlegt. Die Räder sind so eingerichtet, daß sie vorwärts und zurück laufen können, so daß das Pflaster nicht in einer Furche abgenutzt wird. Die Abnutzung wird sorgfältig gemessen, so daß es möglich ist, die Dauerhaftigkeit der verschiedenen Pflasterstoffe zu untersuchen. — Mit Abb. (Eng. record 1913, Bd. 67, S. 105.)

Künstliche Steine.

Spezifische Wärme des Tones. Die spezifische Wärme des Kaolins beträgt zwischen 22 und 98° C = 0,2243; die des Tones nach Knote für rohen Ton = 0,237, nach Erhitzung auf 650° = 0,204, nach Erhitzung auf 1050° = 0,200. Die spezifische Wärme des Tones nimmt also gleichzeitig mit seiner Entwässerung ab. Wiedergabe der spezifischen Wärmen einiger keramischen Stoffe bei verschiedenen Wärmegraden. (Tonind.-Z. 1913, S. 68.)

Festigkeit von Ziegelmauerwerk und ihre Abhängigkeit von der Art des Mörtels; von Wawrziniok. Es war festzustellen, in welcher Weise die Festigkeit von Mauerwerk bei fortschreitender Erhärtung des Mörtels zunimmt und welche Festigkeit bei verschiedenen Altersstufen erreicht wird, ferner, welchen Einfluß die Art des Mörtels auf die Festigkeit und auf die Festigkeitszunahme ausübt, und schließlich, welche Aenderung die elastischen Eigenschaften des Mauerwerkes bei fortschreitender Erhärtung erleiden. Versuchsergebnisse. (Tonind.-Z. 1913, S. 623.)

Druckversuche mit Ziegelmauerwerk; von Howard. Die Versuche sind mit Mauerwerkskörpern von 3,66 m Höhe und $1,2 \times 1,2$ m = 1,45 qm Querschnittsfläche angestellt, von denen der eine in Zementmörtel 1 : 1, der andere in Kalkmörtel 1 : 3 gemauert war. Bei dem in Zementmörtel gemauerten Pfeiler traten die ersten Risse bei 2150 t, die Zerstörung bei 2987 t ein; bei dem in Kalkmörtel gemauerten Pfeiler betrugen die entsprechenden Werte 307 und 776 t. Die Bruchlast entsprach also einer Beanspruchung von 205 und 53 kg/qcm und betrug nur 29 und 7,5 v. H. der Festigkeit der verwendeten Ziegel. — Mit Abb. (Eng. record 1913, Bd. 67, S. 332.)

Einfluß des elektrischen Stromes auf Beton; von F. l'Allemand. Laboratoriumsversuche. Erfahrungen und Beobachtungen an ausgeführten Bauwerken. Schutzmaßregeln. (Armierter Beton 1913, S. 166.)

Betonprüfung auf der Baustelle; von Schöttler. Auf Grund umfangreicher Untersuchungen, die gelegentlich des Baues des Elektrizitätswerkes auf der Elbinsel Waltershof mit Würfeln von 30 und 10 cm Kantenlänge sowie mit Balken angestellt wurden, wird gefolgert: 1. die Druckprobe mit den auf der Baustelle hergestellten Würfeln scheidet der Unzuverlässigkeit wegen aus; 2. die Balkenprobe verlangt eine viel zu große Peinlichkeit bei Herstellung, Lagerung und Ausführung, als daß sie für die Praxis zu empfehlen wäre, zumal da auch die Ergebnisse nicht immer einwandfrei sind; 3. die Prüfung des Betons hat vor der Ausführung des Baues im Laboratorium zu geschehen. Die Frage, ob Würfel oder Balken vorzuziehen sind, bedarf noch der Klärung. Versuchsergebnisse. (Armierter Beton 1913, S. 143.)

Versuche mit umschnürtem Gußeisen; von v. Emperger. Die Versuche sollen zur Klärung der Frage der Säulenfestigkeit derartiger Verbundkörper sowie zur Bestimmung der zulässigen Belastungen dienen. An Hand von Stauchungskurven werden zunächst die Materialeigenschaften von Beton, Flußeisen und Gußeisen kurz dargelegt und dann die ausgeführten Knickversuche mit Gußeisen, Beton und mit umschnürtem Gußeisen eingehend besprochen. Unter gewissen Voraussetzungen kann die Tragfähigkeit eines Druckgliedes aus umschnürtem Gußeisen gleich der Summe der Druckfestigkeiten der einzelnen Teilquerschnitte gesetzt werden, doch unter Berücksichtigung einer einheitlichen Abminderung auf Knickung. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 30.)

Neue Versuche des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins und des

Deutschen Ausschusses für Eisenbeton; von F. l'Allemand. Besprochen werden die vom Eisenbetonausschuß des Oesterr. Ing.- u. Arch.-Ver. in drei Heften erschienenen Arbeiten. Heft I: verwendete Baustoffe und deren Prüfung; Versuche mit bewehrten Betonkörpern; Versuche mit bewehrten Rechteckbalken. Heft II: Versuche mit Plattenbalken. Heft III: Versuche mit Eisenbetonsäulen. Ferner die in Heft 21 des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton enthaltenen Versuchsergebnisse von Untersuchungen über den Einfluß der Köpfe auf die Formänderungen und Festigkeit von Eisenbetonsäulen. (Armierter Beton 1913, S. 86.)

Versuche mit nietlosen Gitterträgern als Bewehrung für Eisenbeton; von Kleinlogel. Die Träger werden aus einem Flacheisen maschinell auf kaltem Wege hergestellt und bestehen aus zwei gleich großen Zuggurten, einem schwächeren Obergurt und aus einer regelmäßigen Wiederholung von Zug- und Druckschrägstäben, die Ober- und Untergurt in überall völlig nietlosem Anschluß verbinden. Versuchsergebnisse von Balken mit normalen Gitterträgern im Vergleich mit solchen aus Rundeisen. Auf Grund des bisherigen Versuchsmaterials kann der nietlose Gitterträger als eine wertvolle Neuerscheinung in der Eisenbeton-Industrie gelten, insbesondere sind es die statischen Eigenschaften dieser Träger, die für die Verwendung im Eisenbetonbau in Betracht kommen. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1913, Beilage Nr. 8, S. 59.)

Probebelastungen bei Schleudermasten der Firma Dyckerhoff & Widmann zu Cossebaude-Dresden; von Foerster. Die Prüfung erfolgte derart, daß die liegenden Maste an ihrem unteren Ende in einem Holzfutter eingespannt und am oberen Ende durch eine genau senkrecht zur Stabachse wirkende Einzellast ausgebogen wurden. Geprüft wurden Schleuderhohlmaste von 6 und 13 m Gesamtlänge und 4,8 bzw. 10,1 m freier Biegelänge, die im Mischungsverhältnis 1 : 4 bzw. 1 : 3 hergestellt waren. Versuchsergebnisse. — Mit Abb. (Armierter Beton 1913, S. 27.)

Metalle.

Einfluß der Wärmebehandlung auf die Eigenschaften von kalt bearbeitetem Flußeisen; von Goerens. Als Versuchsmaterial wurde kohlenstoffarmer Thomasflußstahl von 2,7 mm Stärke genommen, der aus Walzdraht von 7 mm in fünf Zügen heruntergezogen war. Bestimmt wurden folgende Eigenschaften: Zugfestigkeit, Biegefestigkeit, spezifisches Gewicht, elektrische Leitfähigkeit, thermo-elektrische Eigenschaften, Lösungsgeschwindigkeit in verdünnter Schwefelsäure, Struktur. (Ferrum 1913, S. 226.)

Einfluß der mechanischen Formgebung auf die Eigenschaften von Eisen und Stahl; von Goerens. An kohlenstoffarmen sowie kohlenstoffhaltigen Eisensorten wird untersucht, in welcher Weise die Kaltformgebung durch Ziehen auf die verschiedenen Eigenschaften wie Elastizität, Festigkeit, Härte, spezifisches Gewicht, elektrischen Leitungswiderstand, magnetische Eigenschaften und Löslichkeit einwirkt. Die Veränderungen der verschiedenen Eigenschaften laufen nicht parallel. Während bei einigen bereits nach dem erstmaligen Ziehen der Endwert erreicht ist, wächst die Veränderung bei anderen Eigenschaften mit steigendem Bearbeitungsgrad. Darstellung der Ergebnisse in Schaulinien und Zahlentafeln. — Mit 2 Abb. (Stahl u. Eisen 1913, S. 438.)

Materialveränderung durch Kaltwalzen; von Hanemann und Lind. Einfluß des Kaltwalzens auf spezifisches Gewicht, Festigkeit, Dehnung, Kugeldruckhärte bzw. Ritzhärte und Löslichkeit in einprozentiger Schwefelsäure. Die Ergebnisse zeigen, daß die verschiedenen Eigenschaften sich nicht gemeinsam in entsprechender Weise ändern. Ihre Aenderungen stehen auch nicht in Beziehung zu der bei den einzelnen Stichen bewirkten Querschnittsabnahmen, was darauf hindeutet, daß sich das Material selbst im Laufe des Kaltwalzens ändert. Die Festigkeit und die Löslichkeit nehmen im Laufe des Walzvorganges ab, während die Dehnbarkeit wächst. Ferner wird durch die Kaltwalzung das spezifische Gewicht vermindert; durch Glühen wird die Verminderung des spezifischen Gewichtes vollständig rückgängig gemacht. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1913, S. 551.)

Thermische Behandlung der Metalle und ihrer Legierungen; von Müller. Ueberblick über die wichtigsten Versuche hinsichtlich des Einflusses des Glühens und Abschreckens auf die Festigkeitseigenschaften von Kupfer, Zink, Nickel, Aluminium und ihrer Legierungen. (Metall und Erz 1913, S. 219.)

Einfluß von Verunreinigungen in Messing; von Johnson. Einfluß von Antimon, Arsenik und Wismut. Durch Antimon wird die Bearbeitbarkeit von Messing ungünstig beeinflußt, in geringerem Maße wirkt Arsenik und weniger gefährlicher ist Wismut in Messing als in Kupfer. (Engineering 1913, I, S. 283.)

Anfressung von Aluminium; von Bailey. Der Angriff von Aluminium durch Wasser und Salzlösungen hängt von der Reinheit des Metalles ab und ist bei reinem Metall geringer. Einfluß von Kupfer, Silizium und Eisen. (Engineering 1913, I, S. 374.)

Verlauf der Biegungsfestigkeit, der Dehnung, des spezifischen Gewichtes und der Härte in gegossenen Stäben aus Aluminium, Gußeisen und Bronze; von Wyß. Zu den Untersuchungen dienten Stäbe von quadratischem Querschnitt von 30 mm Seite und 1100 mm Gesamtlänge, mit denen immer zwei Versuche ausgeführt wurden. Umfangreicher Versuchsbericht mit Wiedergabe der Einzelergebnisse in Zahlentafeln und Schaulinien. (Ferrum 1913, S. 167, 207.)

Alteisen der abgebrochenen Eisenbahnbrücke über den Rhein beim Dorfe Hamm (s. oben); von Bohny. Die gelegentlich des Abbruches der Eisenbahnbrücke auf Veranlassung der Eisenbahndirektion Elberfeld von der Gutehoffnungshütte ausgeführten Festigkeitsuntersuchungen lassen auf eine sehr ungleichmäßige Beschaffenheit des zur Verwendung gelangten Materials schließen. Während ein Viertel der Proben hinter der zurzeit geltenden Mindestfestigkeit für Schweißeisen zurückbleibt, übersteigen einige Stäbe die Höchstfestigkeit von Flußeisen heutiger Erzeugung, jedoch unter geringerer Dehnung. Veränderungen des Gefüges infolge des mehr als vierzigjährigen Betriebes konnten mangels Vorhandenseins von alten Angaben nicht beurteilt werden. Auch der Vergleich der Festigkeitsergebnisse von Proben aus dauernd verschieden beanspruchten Stellen der Brücke ließ keine Schlüsse auf Gefügeveränderungen zu. — Nach der Analyse waren die einzelnen Bestandteile in ihrem Prozentsatz sehr verschieden vertreten, der Phosphorgehalt war außerordentlich hoch. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 131.)

Kleingefüge von Neusilber; von Hudson. Gefügebilder über den Einfluß des Auswalzens und Glühens bei verschieden langer Zeit von einer Legierung mit 58 v. H. Kupfer, 18,5 v. H. Nickel und 23,5 v. H. Zink. Härtebestimmungen mittels Skleroskops. — Mit Abb. (Engineering 1913, I, S. 376.)

Einfluß von Kupfer in Stahl auf das Rosten; von Buck. Versuche mit Wellblechen aus gewöhnlichem basischen Martinstahl und Bessemerstahl mit 0,15 und 0,25 v. H. Kupfer haben ergeben, daß die kupferhaltigen Bleche den Witterungseinflüssen etwa doppelt solange widerstanden haben wie die kupferfreien. Ebenso widerstanden die kupferhaltigen Bleche dem Angriff von 25 prozentiger

Schwefelsäure 80 bis 100 mal besser als kupferfreie Bleche. — Mit Abb. (Iron age 1913, S. 931.)

Gegenwärtiger Stand des Materialprüfmaschinenbaues; von Kurrein. Es werden die für den allgemeinen Gebrauch bestimmten Materialprüfmaschinen, die der Untersuchung von Metallen und Baumaterialien dienen, eingehend besprochen. Kraftmessung mittels Hebelwage, Meßdose und Manometer. Universalprüfmaschinen; Sondermaschinen; Maschinen zur Prüfung von Baustoffen. — Mit Abb. (Eisenbau 1913, S. 79, 126, 174.)

Versuche über die Spannungsverteilung in gekerbten Zugstäben; von Preuß. Untersucht wurden 8 Probestäbe, bestehend aus Flacheisen von 630 mm Länge, 75 mm Breite und 16 mm Dicke mit 8 verschiedenen Kerbformen. Bei gleicher Kerbtiefe ist die Spannung am Kerbrande um so größer, je kleiner der Halbmesser des Kerbgrundes ist. Bei gleichem Halbmesser des Kerbgrundes und gleicher Kerbtiefe ist die Spannung am Kerbrande um so größer, je tiefer die Kerbe ist. Bei Stäben mit runden Kerben ist die Spannung am Kerbrande um so größer, je kleiner der Halbmesser ist. Abgesehen von den Stäben mit scharfeckigen Kerben war die Spannung am Kerbrande 1,43 bis 2,48 mal größer als die mittlere Spannung σ_m, mit der man zu rechnen pflegt. Die Mindestspannung betrug 0,71 bis 0,98 der mittleren Spannung. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 664.)

Betriebsversuche mit Radreifen aus Chrom-Vanadiumstahl, die sich auf eine Reihe von Jahren erstreckten, ergaben $2^1/_2$ mal geringere Abnutzung als bei Reifen aus gewöhnlichem Kohlenstoffstahl bei gleicher Beanspruchung. Chemische Zusammensetzung der Radreifen: 0,5 bis 0,65 v. H. Kohlenstoff, 0,60 bis 0,85 v. H. Mangan, Phosphor und Schwefel unter 0,04 v. H., Silizium unter 0,15 v. H., Chrom 0,90 bis 1,20 v. H, Vanadium 0,18 bis 0,24 v. H. (Iron age 1913, S. 485.)

Bewährung verschleißfester Schienen; von Garn. Vergleichende Betriebsversuche mit gewöhnlichen Schienen aus Bessemerstahl und 60 kg/qmm Festigkeit und mit sog. verschleißfesten Schienen aus Thomasstahl und 70 kg/qmm Festigkeit haben ergeben, daß insbesondere die seitliche Abnutzung der Köpfe bei den gewöhnlichen Schienen erheblich größer ist als bei den verschleißfesten. Der Preisunterschied beträgt 50 %. — Mit Abb. (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 32.)

Thermische Ausdehnung fester Körper bei höheren Temperaturen; von Weber. Zur Bestimmung der thermischen Ausdehnung kommen drei Verfahren in Frage, die mikrometrische Methode, die optische mit Hilfe des Fizeauschen Dilatometers und die Messung der Vergrößerung gegenüber dem Normal durch Fußhebel oder Spiegelablesung. Im vorliegenden Falle erfolgte das Messen der Längenänderungen der Stäbe mittels des Doppelspiegels von L. Weber, bei dem man das Vierfache der Spiegeldrehung ablesen kann. Beschreibung der Meßvorrichtung. Ergebnisse von Nickelstahllegierungen. — Mit Abb. (Z. f. Dampfk.- u. Maschinenb. 1913, S. 227.)

Verwendung von aufgewalzten Stahlgußflanschen für Hochdruckrohrleitungen; von Winkelmann. Wiedergabe von im Kgl. Materialprüfungsamt zu Gr. Lichterfelde ausgeführten Vergleichsversuchen von Stahlgußflanschen und solchen aus Siemens-Martin-Material. Die Untersuchungen erstreckten sich auf Ermittelung der Formänderungen der Flanschen und Rohre, die durch das Einwalzen der Rohrwandungen in die Flanschbohrung hervorgerufen wurden, auf das Unebenwerden der Dichtungsflächen der Flansche, auf das Einpressen des Rohrmaterials in die Nuten und Rillen der Flanschbohrung und auf den Haftwiderstand der Rohre gegen Herausziehen aus den Flanschen. Die Versuchsergebnisse lassen eine Ueberlegenheit der Stahlgußflansche gegenüber schmiedeeisernen Flanschen erkennen, die besonders durch die Bearbeitungsweise der Stahlgußflansche begründet wird. — Mit Abb. (Z. f. Dampfk. u. Maschinenb. 1913, S. 73, 91.)

Biegespannungen in überlappten Kesselnietnähten; von Daiber. Biegungsspannungen in überlappten Nietnähten an 8 hydraulisch genieteten Kesseln. Versuchsverfahren; Ergebnisse in Zahlentafeln. Berechnung der Biegungsspannungen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 401.)

Knickversuche mit einer Strebe des eingestürzten Hamburger Gasbehälters; von Rudeloff. Die im Kgl. Materialprüfungsamt zu Lichterfelde ausgeführten Untersuchungen erstreckten sich auf drei Druckstäbe, die der Strebe des Stützgerüstes des Bassinbodens nachgebildet waren. Während des Versuches wurde das seitliche Ausbiegen des Stabes in Richtung der beiden Trägheitshauptachsen, die Stauchung in der Mitte des Stabes auf 200 mm Länge und das mit dem seitlichen Ausbiegen des Stabes fortschreitende Neigen der oberen Druckplatte beobachtet. Vergleich der beobachteten Knickfestigkeit der Stäbe mit der berechneten. — Mit Abb. (Eisenbau 1913, Heft 2, S. 41; Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 615.)

Grenze der vollkommenen Elastizität und das Hooksche Gesetz; von Kirsch. Verfasser wendet sich gegen die vom Internationalen Verbande für die Materialprüfung der Technik angenommene Bestimmung der Elastizitätsgrenze, wonach sie der Spannung entspricht, bei der die bleibende Dehnung des Probestabes 0,001 % beträgt. Der Wert wird für viel zu klein gehalten und als Grenzwert für die bleibende Dehnung 0,01 % vorgeschlagen. (Z. d. österr. Arch.- u. Ing.-V. 1913, S. 81.)

Ursprungsfestigkeit und statische Festigkeit, eine Studie über Ermüdungserscheinungen; von Ludwik. Unter Ursprungsfestigkeit versteht man nach Launhardt diejenige Grenzspannung, die das Material auch bei beliebig oft wiederholtem Spannungswechsel gerade noch erträgt, ohne zu brechen. Erläuterung der Vorgänge bei wechselnder Beanspruchung gleicher Richtung bzw. der Beziehungen zwischen Ursprungsfestigkeit und statischer Festigkeit. Durch Dauerversuche wird die Festigkeit der Stoffe vermindert, was auf eine Abnahme der inneren Reibung mit der Fließgeschwindigkeit zurückgeführt wird. Die Ursprungsfestigkeit ist gleich der statischen Zugfestigkeit, d. i. der einer unendlich kleinen Streckgeschwindigkeit entsprechenden Zugfestigkeit. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 209.)

Versuche an schmiedeeisernen Blechträgern; von Müllenhoff. Die Versuche sind in dem John-Fritt-Laboratorium der Lehigh-Universität ausgeführt und erstreckten sich auf Biegeversuche mit zwei alten schweißeisernen Blechträgern. Zeichnerische Darstellung der Formänderungsmessungen. Vergleich der aus der Formänderung und dem Elastizitätsmodul berechneten Spannungen mit den aus dem Biegungsmoment errechneten. Die beobachteten Werte für die Tragfähigkeit der Träger an der Elastizitätsgrenze stimmen gut mit den auf gewöhnliche Weise berechneten Werten überein, wenn man als Gurtspannungen die kleinsten bei den Probestäben beobachteten Werte einsetzt. — Mit Abb. (Eisenbau 1913, S. 157.(

Verbindungsmaterialien.

Versuche über den Porendruck des Wassers im Mauerwerk; von Rudeloff und Panzerbieter. Die Versuche beschränken sich darauf, den Einfluß des Porendruckes auf die Zugfestigkeit von Zementmörtel festzustellen. Die Zugfestigkeit des Materials nahm mit wachsendem Innendruck ab. — Mit Abb. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1912, Ergänzungsheft I, S. 1.)

Einfluß des Zements auf die Druckfestigkeit im Kalkmörtel; von Brabandt. Die Versuche wurden mit Kalkmörtel 1 : 2 und ganz geringem Zementzusatz (1 Zement, 15 Kalk, 30 Sand) begonnen und bis auf solchen mit übertrieben hohem Zementgehalt (1 Zement, 0,5 Kalk, 1 Sand) ausgedehnt. Wie nicht anders zu erwarten, steigen die Druckfestigkeiten ungefähr mit der Zunahme des Zementzusatzes; als wirtschaftlich vorteilhafteste Mischung hat sich das Verhältnis 1 : 5 : 10 ergeben. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 242.)

Eigenschaften von Portlandzement und anderen Zementen; von Burchartz. Zusammenstellung der im Betriebsjahre 1911 im Kgl. Materialprüfungsamte ausgeführten Prüfungen von deutschen Portlandzementen sowie von anderen Zementen (Eisenportlandzementen, Schlacken- bzw. Hochofenzementen und belgischen Zementen). (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamte 1912, Heft 8, S. 413.)

Hilfsmaterialien.

Rosten des Eisens, seine Ursachen und seine Verhütung durch Anstriche; von Pfleiderer. Liebreich und Spitzer fanden, daß das Eisen unter dem Schutzanstrich um so leichter rostet, je öfter dieser aufgetragen, je dicker er also ist. Das Wesen der Rostbildung nach dem heutigen Stande der Wissenschaft wird eingehend erläutert und die auf Grund dieser Theorie sich ergebenden Folgerungen, insbesondere die Rostverhinderung durch alkalische Lösungen, werden besprochen. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 221.)

Verfahren und Ergebnisse der Prüfung von Brennstoffen; von Hinrichsen und Taczak. Zusammenstellung der im Kgl. Materialprüfungsamte zu Berlin-Lichterfelde üblichen Verfahren zur chemischen und kalorimetrischen Untersuchung von Heizmaterialien und der im Laufe der letzten Jahre erhaltenen Ergebnisse. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1912, Heft 8, S. 443.)

Wirtschaftlichkeit der Schmiermittel im Betrieb; von Oertel. Als Gradmesser für die wirtschaftliche Brauchbarkeit der Schmiermittel können der Kraftverbrauch der mit dem Schmiermittel behandelten Triebwerke und der Aufwand an Schmierstoff dienen. Bestimmen des Kraftbedarfes mittels des Fischinger-Kraftmessers. Vergleichsversuche mit zwei in Güte und Preis verschiedenen Fettsorten; Berechnungsziffern und Schaulinien. — Mit Abb. (Z. f. Dampfk.- u. Maschinenb. 1913, S. 49.)

Neuere Untersuchungen über die Härte des Kokses; von Simmersbach. Festigkeit, Asche, spezifisches Gewicht, Porenraum und Zusammensetzung von oberschlesischem und sächsischem Koks. Zusammensetzung von Stückkoks und abgesiebtem Feinkoks. Einwirkung von Kohlensäure, Hochofengas und Luft auf Koks verschiedener Herkunft. Verbrennlichkeit von Koks. (Stahl und Eisen 1913, S. 512.)

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten; eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Lehrbuch des Hochbaues. Herausgegeben von Esselborn. 2. verm. Aufl. I. Bd. Steinkonstruktionen und Grundbau - Holzkonstruktionen, Eisenkonstruktionen, Eisenbetonkonstruktionen. Veranschlagen. Beleuchtungs-, Heizungs- und andere Anlagen. Bearbeitet von E. Bentinger, B. Koßmann, G. Rüth, H. Steinberger, R. Weder. 897 S. in 8⁰ mit über 2500 Abb. Leipzig 1913. Engelmann. Preis 37 M.

Baufach-Nummer der Illustrierten Zeitung. Herausgegeben anläßlich der Internationalen Baufach-Ausstellung in Leipzig. 58 S. in 4⁰ mit vielen Abb. Leipzig 1913. Weber. Preis 1,50 M.

Kleine Wohnhäuser, Arbeiterhäuser und Villen Herausgegeben von Arch. R. Gebhardt in Stuttgart. 1. Heft mit 40 Bauobjekten. Ravensburg 1913. Maier. I. Serie = 5 Hefte à 4 M.

Bauen und Wohnen. Offizielle Monatsschrift der Internationalen Baufach-Ausstellung mit Sonderausstellungen Leipzig 1913. Herausgeber Heinrich Pfeiffer. I. Jahrg. Heft 3/4. 30 S. in 8⁰ mit vielen Abb. und 3 farb. Tafeln. Leipzig 1913. Direktorium der Baufach-Ausstellung.

XII. Sonderheft der Berliner Architekturwelt. Die neuen Entwürfe zum Berliner Kgl. Opernhaus mit Text von Hans Schliepmann. 132 S. in 8⁰ mit 180 Abb. Berlin 1913. Wasmuth. Preis 10 M. Vorzugspreis für Abonnenten 5 M.

Bauordnung und Bebauungsplan in ihrer Bedeutung für die Gartenstadtbewegung. Vorträge, gehalten auf der Jahresversammlung der Deutschen Gartenstadt-Gesellschaft 1911. 58 S. in 8⁰ mit 4 Abb. Leipzig 1913. Robert Federn, Königstraße 35. Preis 2 M.

Handbuch der Kunstwissenschaft. Herausgegeben von Dr. Fr. Burger-München, Privatdozent an der Universität, Lehrer an der Kgl. Akademie der Künste. 36 S. in 8⁰ mit vielen Abb. Berlin-Neubabelsberg. Akademische Verlagsgesellschaft. In Lieferungen à 1,50 M.

Jahrbuch des Deutschen Werkbundes 1913. Die Kunst in Industrie und Handel. 110 S. in 8⁰ mit 125 Taf. und zahlreichen Beilagen. Jena 1913 Diederichs.

Eisen im Hochbau. Ein Taschenbuch mit Zeichnungen, Tabellen und Angaben über die Verwendung von Eisen im Hochbau. Herausgegeben vom Stahlwerks-Verband, A.-G., Düsseldorf. 4. Aufl. 285 S. in 8⁰ mit vielen Abb. Berlin 1913. Springer. Preis 3 M.

Die künstlerische Gestaltung von Eisenkonstruktionen. Im Auftrage der Kgl. Akademie des Bauwesens in Berlin herausgegeben von Kaiserl. Baurat Dr.-Ing. H. Jordan in Straßburg und Dr.-Ing. E. Michel, Prof. an der Techn. Hochschule Hannover. 2 Bände. 1. Band Text. 182 S. in 4⁰. 2. Band Abb. 233 Abb. und 2 Einschlagtafeln. Berlin 1913. Heymann. Preis 30 M.

Vorschriften für das Entwerfen der Brücken mit eisernem Ueberbau auf den Preußischen Staatsbahnen. Eingeführt durch Erlaß vom 1. Mai 1903. 6. Aufl. mit Erlaß vom 31. Dezember 1910 betr. Lastzug B. 14 S. in 8⁰ mit Abb. Berlin 1913. Ernst & Sohn. Preis 0,60 M.

Lehrbuch der Graphostatik von Ingenieur Georg Ewerding, Dozent in Berlin. 196 S. in 8⁰ mit 349 Fig. Stuttgart und Berlin 1912. Grub.

Weitere Versuche mit exzentrisch belasteten Eisenbetonsäulen von Hofrat Dr. Maximilian Ritter von Thullie, Prof. an der Technischen Hochschule in Lemberg. 80 S. in 8⁰ mit 56 Abb. und 2 Taf. Leipzig und Wien 1912. Deuticke. Preis 8 Kronen (7 M.).

Veranschlagen von Eisenbetonbauten. Grundlagen für den Entwurf und für die Kostenberechnung von Tief- und

Hochbauten. Mit mehreren der Praxis entnommenen Beispielen von Dr.-Ing. A. Kleinlogel, Privatdozent a. d. Techn. Hochschule in Darmstadt. 96 S. in 8⁰ mit 28 Abb. Berlin 1913. Ernst & Sohn. Preis 4 M.

Der Kraftwagen und seine Beziehungen zur Straße vom Standpunkte des Straßeningenieurs von Geh. Hofrat F. Loewe, Prof. an der Kgl. Techn. Hochschule zu München. Eine Ergänzung seines Lehr- und Handbuches „Straßenbaukunde". 31 S. in 8⁰ mit 4 Abb. Wiesbaden 1913. Kreidel. Preis 1,30 M.

Der Grundbau. Ein praktisches Handbuch von Wasserbauingenieur H. Lückemann, Prof. an der Kgl. Baugewerk- und Tiefbauschule zu Breslau. 2. Aufl. 193 S. in 8⁰ mit 252 Abb. und 8 Taf. Berlin 1913. Ernst & Sohn. Preis 7 M.

Der Oesterreichische Wasserkraft-Kataster, herausgegeben vom hydrographischen Zentralbureau im k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten. Heft 4. 9 S. in 4⁰. Wien 1912. Selbstverlag.

Wasserkraftanlagen von Regierungsbaumeister a. D. Th. Rümelin, Oberingenieur in Dresden. 3 Bändchen. Bd. 1. Beschreibung von Wasserkraftanlagen. 118 S. in 8⁰ mit 66 Fig. Bd. 2. Gewinnung der Wasserkraft. 120 S. in 8⁰ mit 35 Fig. Bd. 3. Bau- und Betrieb von Wasserkraftanlagen. 123 S. in 8⁰ mit 58 Fig. Berlin-Leipzig 1913. Göschen (Sammlung Göschen Nr. 665/67). Preis jedes Bandes 0,90 M.

Die Haupttypen der Wasserkraftstationen in tabellarischer Uebersicht von Regierungsbaumeister a. D. Th. Rümelin. Erstmals in kürzerer Fassung erschienen in Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft 1913. Heft 3. (Knapp, Halle.) 16 S. in 8⁰ mit Abb. Dresden. Zahn & Jaensch. Preis 1,50 M.

Führer auf den Deutschen Schiffahrtsstraßen. Tabellarisches Handbuch in 6 Teilen. 3. Teil: Das Elbegebiet mit Berücksichtigung der österreichischen Elbestrecke von Melnik abwärts sowie der gleichfalls österreichischen Moldau von Budweis abwärts. Bearbeitet von der Kgl. Elbstrombauverwaltung in Magdeburg. 3. Aufl. 221 S. in 8⁰ mit 1 Uebersichtskarte. Berlin 1912. Geo-Verlag.

Der Wasserbau-Verwaltungsdienst in Preußen. Handbuch für Ortsbaubeamte, Regierungs-Baumeister und -Bauführer, Bureaubeamte usw. der staatlichen Wasserbauverwaltung von W. Schulz, Rechnungsrat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten. Ergänzungsband zur 3. Aufl., umfassend den Zeitraum April 1907 bis dahin 1913. 312 S. in 8⁰. Berlin 1913. Ernst & Sohn. Preis 8 M.

Anweisung für die Ausbildung der Regierungs-Bauführer des Wasser- und Straßenbaufaches (§§ 8 und 9 der Vorschriften über die Ausbildung und Prüfung für den Staatsdienst im Baufache vom 13. November 1912). 11 S. in 8⁰. Preis 0,40 M. Desgl. des Hochbaufaches. 11 S. in 8⁰. Preis 0,40 M. Desgl. des Eisenbahn-, Straßen- und Maschinenbaufaches vom 1. April 1913 nebst Anhang zu den Vorschriften über die Ausbildung und Prüfung für den Staatsdienst im höheren Baufache vom 13. November 1912 betreffend Fachrichtungen 1. des Eisenbahn- und Straßenbaues, 2. des Maschinenbaues. 31 S. in 8⁰. Berlin 1913. Ernst & Sohn. Preis 0,80 M.

Die Werkzeugmaschinen für Metallbearbeitung von Ingenieur Professor Hermann Wilda in Bremen. 2 Teile. Teil 1: Die Mechanismen der Werkzeugmaschinen. Die Drehbänke. Die Fräsmaschinen. 159 S. in 8⁰ mit 319 Abb. Teil 2: Die Bohr- und Schleifmaschinen. Die Hobel-, Shaping- und Stoßmaschinen. Die Sägen und Scheren. Antrieb und Kraftbedarf. 168 S. in 8⁰ mit 206 Abb. Berlin-Leipzig 1913. Göschen (Sammlung Göschen 561/62). Preis jedes Bandes 0,90 M.

Die Berechnung der Warmwasserheizungen. Herausgegeben von Dipl.-Ing. H. Recknagel, Berlin. 71 S. in 4⁰ mit 31 Fig. München-Berlin 1913. Oldenbourg. Preis 6 M.

Elektrotechnik. Einführung in die Starkstromrechnung von J. Herrmann, Prof. an der Techn. Hochschule Stuttgart. 2. Teil. Die Erzeugung und Verteilung der elektrischen Energie. Kurze Beschreibung der Elektrizitätswerke, der Stromverteilungssysteme und des Verkaufs der elektrischen Energie. 140 S. in 8⁰ mit 96 Fig. und 16 Taf. Berlin-Leipzig 1913. Göschen. (Sammlung Göschen Nr. 657). Preis 0,90 M.

Taxämter oder private Schätzungen. Eine wirtschaftliche Untersuchung über das Schätzungswesen zu Beleihungszwecken. Auf Anregung des Taxausschusses im Verband Deutscher Gutachterkammern von A. Ecker. 74 S. in 8⁰. Essen-Ruhr 1913. Schulte. Preis 1,50 M.

Die nordamerikanischen Trusts und ihre Wirkungen auf den Fortschritt der Technik von Dr. Paul Tafel, Diplom-Ingenieur. 74 S. in 8⁰. Stuttgart 1913. Wittwer. Preis 2,40 M.

Schriften des Verbandes zur Klärung der Wünschelrutenfrage. Heft 4. 1. Einige Versuche über die Einwirkungen elektrischer Leitungen auf den Rutengänger von Wirkl. Geh. Admiralitätsrat G. Franzius. 2. Ergebnisse der Tätigkeit des Landrats von Uslar in Deutschland von Graf Carl von Klinkowstroem. 3. Die Dichtungsarbeiten an der Gothaer Talsperre zu Tambach von Stadtbaurat Goette, Plauen. 104 S. in 8⁰ mit 16 Fig. Stuttgart 1913. Wittwer. Preis 2,40 M.

Verwaltungsbericht über das 9. Geschäftsjahr 1911 bis 1912 und Bericht über die 9. Ausschußsitzung der unter dem Protektorate Sr. Kgl. Hoheit des Prinz-Regenten Ludwig von Bayern stehenden Deutschen Museums. 63 S. in 8⁰ mit Abb. München. Oldenbourg.

Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik herausgegeben von Karl von Buchka, Berlin; Hermann Stadler, Burghausen (O.-B.); Karl Sudhoff, Leipzig. 4. Bd. Heft 6. 71 S. in 8⁰ mit 2 Taf. Leipzig 1913. Vogel. Preis pro Bd. 20 M.

Gedanken über die Regelung des Zivil-Ingenieur-Berufes von Dipl.-Ing. Dr. Alexander Lang, Patentanwalt, Berlin. Referat, erstattet auf der ordentl. Ausschußsitzung des Verbandes Deutscher Diplom-Ingenieure am 1. März 1913. 10 S. in 8⁰. Berlin 1913. Krayn.

Gedenkrede bei der Enthüllung des Denkmals für Franz Reuleaux gehalten von Prof. W. Hartmann am 9. November 1912 in der Kgl. Techn. Hochschule zu Berlin. 28 S. in 8⁰ mit 4 Abb. Berlin 1913. Voß. Preis 1,20 M.

Rede zur Feier des Geburtstages Seiner Majestät des Kaisers und Königs Wilhelm II. in der Halle der Kgl. Techn. Hochschule zu Berlin am 25. Januar 1913 gehalten vom derzeitigen Rektor E. Josse. 15 S. in 8⁰ München 1913. Oldenbourg.

Feier der Kgl. Techn. Hochschule zu Berlin am 10. März 1913 zur Erinnerung an die Erhebung der Nation im Jahre 1813. 25 S. in 8⁰.

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

ZEITSCHRIFT
für
Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben
von dem Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.
Schriftleiter: Professor **W. Schleyer,** Geheimer Baurat.

Jahrgang 1913. Heft 6. (Band LIX; Band XVIII der neuen Folge.)



Erscheint jährlich in 6 Heften. Jahrespreis 22,60 Mark.

Bauwissenschaftliche Mitteilungen.

Dimensionierung des einfach bewehrten Plattenbalkens mit unterhalb der Gurtplatte liegender Nullinie.

Von Reinhold Neumann, Ingenieur, Halle (Saale).

A. Zeichnerische Ermittlung der Höhe $h - a$ bei gegebenem M, b, d, σ_e und σ_b.

Im Jahrgang 1912 Heft 6 dieser Zeitschrift wurde ein Verfahren entwickelt, das mit Vernachlässigung der Spannungen unterhalb der Gurtplatte bezweckt, bei gegebener Höhe des Plattenbalkens für ein bestimmtes Moment die erforderlichen Querschnitte f_e und f_e' der Eiseneinlagen zeichnerisch zu ermitteln, wenn die einfache Bewehrung nicht ausreicht. Das Verfahren gibt zugleich ein anschauliches Bild, in welcher Weise mit zunehmendem Biegungsmoment die erforderlichen Eisenquerschnitte wachsen, indem die x_1-Linie, auf der der Schwerpunkt der Eisenquerschnitte liegt, sich mehr und mehr der Nullinie nähert. Andererseits läßt sich auch sofort feststellen, um wieviel das Moment ermäßigt werden muß, damit die Bewehrung der Druckgurtung sich erübrigt.

Um nun einen Ausgangspunkt für die Aufgabe zu gewinnen, die erforderliche Höhe $h - a$ bei gegebenem Moment zu finden, müssen wir noch einmal auf die früheren Ausführungen zurückkommen und dabei den Fall des einfach bewehrten Plattenbalkens, für den die Höhe gegeben ist, behandeln.

Wir nehmen dazu an, daß die obere Eiseneinlage im Druckmittelpunkt der Gurtplatte liegt, dann geht in Abb. 5 auf S. 496 die f_e-Linie durch den Punkt Q, $QQ'' = H'H''$ wird $= 0$, und die M-Linie fällt mit der f_e-Linie zusammen. Als weitere Folge ergibt sich daraus die Beziehung $\frac{nf_e}{b} = \frac{nM}{b\,\sigma_e\,(h - a - x + \xi)}$, wenn ξ den Abstand des Druckmittelpunktes von der Nullinie bedeutet.

Mit abnehmendem Eisenquerschnitt f_e' nähert sich schließlich die x_1-Linie der Mittellinie NN' der unteren Eiseneinlage, bis sie für $f_e' = 0$ mit ihr zusammenfällt. Dieser Sonderfall ist in Abb. 1 dargestellt; es wurde dort ermittelt, welches Moment ohne Ueberschreitung der zulässigen Beanspruchungen σ_e und σ_b vom Plattenbalken aufgenommen werden kann und welcher Querschnitt der Eiseneinlage dazu ausreicht.

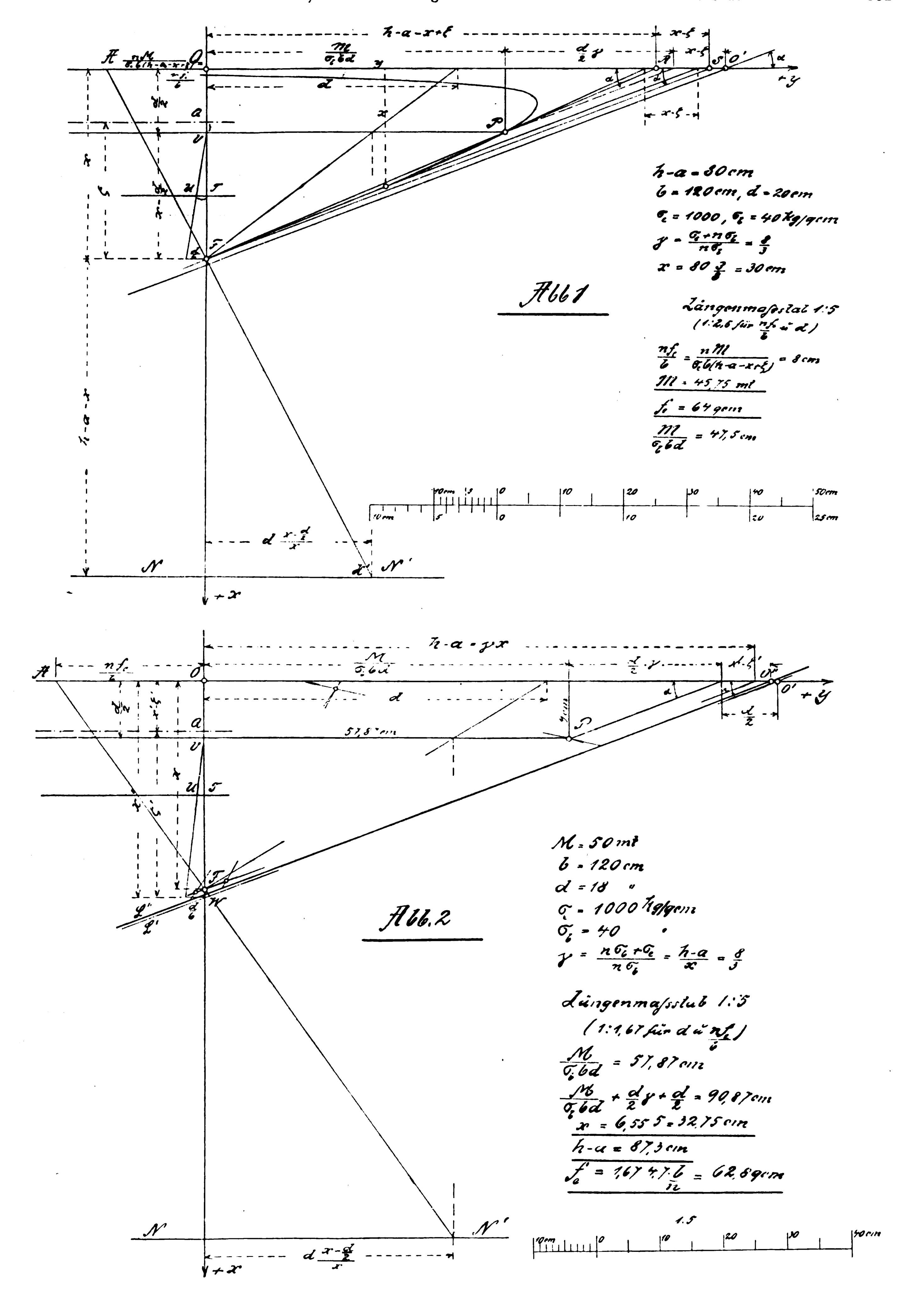
Man sieht sogleich, daß es sich erübrigt, die f_e-Linie einzutragen, da die Konstruktion des Punktes H' mit der Ordinate $d \cdot \frac{x - \frac{d}{2}}{x}$ auf NN' genügt, um die Gerade $H'FA$ zur Bestimmung von $\frac{nf_e}{b}$ ziehen zu können.

Wir lesen jetzt in Abb. 1 unmittelbar die Beziehung ab

$$1)\quad \frac{nM}{\sigma_e\, b\,[h - a - (x - \xi)]} \cdot \frac{h - a - x}{x} = d \cdot \frac{x - \frac{d}{2}}{x};$$

beachtet man nun, daß $\frac{\sigma_e}{n} \cdot \frac{x}{h - a - x} = \sigma_b$ ist und ersetzt man $h - a$ durch γx, worin γ das Verhältnis $\frac{\sigma_e + n\sigma_b}{n\sigma_b}$ bedeutet, dann geht Gl. 1) über in

$$2)\quad \frac{M}{\sigma_b\, b\,[\gamma x - (x - \xi)]} = d \cdot \frac{x - \frac{d}{2}}{x}$$


h-a = 80 cm
b = 120 cm, d = 20 cm
σe = 1000, σb = 40 kg/qcm
γ = (σe + n σb)/(n σb) = 8/3
x = 80 3/8 = 30 cm
Abb. 1
Längenmaßstab 1:5
(1:2,6 für nfe/b u. d)
nfe/b = nM/(σe b(h-a-x+ξ)) = 8 cm
M = 45,75 mt
fe = 64 qcm
M/(σb b d) = 47,5 cm
M = 50 mt
b = 120 cm
d = 18 "
σe = 1000 kg/qcm
σb = 40 "
γ = (n σb + σe)/(n σb) = (h-a)/x = 8/3
Abb. 2
Längenmaßstab 1:5
(1:1,67 für d u. nfe/b)
M/(σb b d) = 57,87 cm
M/(σb b d) + d/2 γ + d/2 = 90,87 cm
x = 6,55 5 = 32,75 cm
h-a = 87,3 cm
fe = 1,67 4,7 b/n = 62,8 qcm

und nach Teilung durch d erhält man die Proportion

3) $$\frac{M}{\sigma_b\, b\, d} : [\gamma\, x - (x - \xi)] = \left(x - \frac{d}{2}\right) : x,$$

die bei gegebenen Abmessungen des Plattenbalkens ebenfalls zur Bestimmung von M dienen kann, nachdem zuvor $x - \xi$ ermittelt ist.

Zu dem Zweck hat man durch den Punkt F eine Gerade so zu legen, daß sie mit der y-Achse den Winkel α einschließt, der durch die Beziehung gegeben ist $\cot \alpha = \gamma$; die Gerade FS in Abb. 1 schneidet auf der y-Achse die Strecke $OS = h - a$ ab, die um $x - \xi$ vermindert den Ausdruck $h - a - (x - \xi) = OR$ bestimmt. Verbindet man den Endpunkt R dieser Strecke mit F, so begrenzt die Verbindungslinie auf der Mittellinie der Gurtplatte die Strecke $VP = \frac{M}{\sigma_b\, b\, d}$.

Mittels dieser Beziehung sind wir jetzt imstande, umgekehrt die erforderliche Höhe des Plattenbalkens für ein bestimmtes Moment anzugeben, wenn es gelingt, das Dreieck RFS zu zeichnen, dessen Spitze auf der x-Achse und dessen Grundlinie von der Länge $x - \xi$ auf der y-Achse liegt, während die eine anliegende Seite durch den Punkt P mit den Ordinaten $\frac{d}{2}$ und $\frac{M}{\sigma_b\, b\, d}$ geht und die andere mit der y-Achse den Winkel α einschließt.

Das charakteristische Dreieck FRS gehört einer Schar von Dreiecken an, für die nur die eine der angegebenen Bedingungen nicht ohne weiteres erfüllt ist, daß nämlich die Spitze auf der x-Achse liegt. Für die Spitzen der Dreiecke gilt nun die Beziehung:

4) $$\frac{x}{\frac{d}{2}} = \frac{x \cdot \gamma - (x - \xi)}{x \cdot \gamma + y - \frac{M}{\sigma_b\, b\, d} - (x - \xi)},$$

die aus der Abbildung leicht abgelesen werden kann; die Spitzen liegen mithin auf einer Kurve, deren Gleichung lautet:

5) $$x^2 \gamma + x y - x\left[\frac{M}{\sigma_b\, b\, d} + (x - \xi) + \gamma\, \frac{d}{2}\right] + (x - \xi)\, \frac{d}{2} = 0,$$

deren Schnitt mit der x-Achse also den gesuchten Nullinienabstand x bestimmt.

Wenn in dieser Gleichung $x - \xi$ als Konstante aufgefaßt wird, die gegeben ist — in Wirklichkeit liegt der Wert zwischen $\frac{d}{2}$ und $\frac{d}{3}$ —, so ist die Gleichung zweiten Grades die einer Hyperbel, denn die Diskriminante ist negativ. Der Mittelpunkt der Hyperbel hat die Abszisse $x = 0$ und die Ordinate $y = \frac{M}{\sigma_b\, b\, d} + \frac{d}{2}\, \gamma + (x - \xi)$, und von den Asymptoten wird die eine durch die Gleichung $x' = 0$ dargestellt, während die andere die Gleichung

6) $$y' = \frac{M}{\sigma_b\, b\, d} + \frac{d}{2}\, \gamma + (x - \xi) - x' \gamma$$

hat. Die erste Asymptote fällt also mit der y-Achse zusammen und die zweite schneidet die y-Achse unter dem Winkel α, denn die Tangente des Neigungswinkels der Geraden mit der x-Achse ist $\gamma = \cot \alpha$.

Da die Hyperbel durch den Punkt P gehen muß, kann man leicht beliebige andere Punkte mit Hilfe des Satzes finden, daß auf jeder durch einen Punkt der Hyperbel gezogenen Geraden die Abschnitte zwischen Hyperbel und Asymptote entsprechend gleich sind. Bezüglich des Wertes $x - \xi$ ist man nun aber auf eine Annahme angewiesen. Wählt man als größten Wert, den $x - \xi$ erreichen kann, $\frac{d}{2}$, so liefert die Konstruktion der Hyperbel, von der nur der untere Ast in Betracht kommt, einen zu großen Nullinienabstand, der in vielen Fällen schon hinreichende Genauigkeit besitzen wird.

Wir benutzen von der Hyperbel mit dem Mittelpunktsabstand $\frac{M}{\sigma_b\, b\, d} + \frac{d}{2}\, \gamma + \frac{d}{2}$ die Abszisse des Schnittpunktes ihrer Asymptote mit der x-Achse als Näherungswert von x nur zu dem Zweck, um einen besseren Wert für $x - \xi$ einführen zu können und mit letzterem eine Hyperbel zu erhalten, die den Nullinienabstand mit größerer Genauigkeit ergibt. Die Abszisse hat nach Gl. 6) für $y' = 0$ den Wert:

7) $$x' = \frac{M}{\sigma_b\, b\, d\, \gamma} + \frac{d}{2} + \frac{d}{2\gamma},$$

sie ist in Abb. 2 durch die Strecke OW dargestellt.

Der Ausdruck $x' - \xi'$ läßt sich nun leicht zeichnerisch ermitteln, indem man im Punkte W senkrecht zur x-Achse $\frac{d}{6}$ als Länge aufträgt und den Endpunkt mit dem Punkte V auf der x-Achse verbindet. Die Verbindungslinie hat dann für die Abszisse d die Ordinate

8) $$UT = \frac{d}{6} \cdot \frac{\frac{d}{2}}{x' - \frac{d}{2}}$$

und wenn man UT von V aus auf der x-Achse nach O zu absetzt, erhält man im Punkte Q angenähert den Druckmittelpunkt der Gurtplatte, denn es ist

9) $$WQ = x' - \frac{d}{2} + \frac{d}{6}\, \frac{\frac{d}{2}}{x' - \frac{d}{2}} = \xi',$$

während $\quad \xi = x - \frac{d}{2} + \frac{d^2}{6\,(2x - d)}$

dem genauen Werte entspricht. $OQ = x' - \xi'$ ist also der verbesserte Näherungswert von $x - \xi$.

Jetzt kann in Abb. 2 der Punkt O'' im Abstande $\frac{M}{\sigma_b\, b\, d} + \frac{d}{2}\, \gamma + x' - \xi'$ von O aus auf der y-Achse als Mittelpunkt der Hyperbel bestimmt werden; durch ihn geht die Asymptote $O''L''$ unter α gegen die y-Achse geneigt; hat man dann den Punkt P mit den Ordinaten $\frac{M}{\sigma_b\, b\, d}, \frac{d}{2}$ eingetragen, so lassen sich zwei Punkte der Hyperbel in der Nähe der x-Achse aber auf verschiedenen Seiten derselben so konstruieren, daß ihre Verbindungslinie als Stück der Hyperbel angesehen werden kann. Der Schnittpunkt F hat dann den Nullinienabstand x. Zieht man noch durch F zur Asymptote eine Parallele, so begrenzt diese auf der y-Achse die gesuchte Höhe $h - a$. Die weiteren zeichnerischen Ermittelungen, die gegenüber der Rechnung keine Vorteile bieten, bedürfen keiner Erläuterung; man erhält in Abb. 2 schließlich mit OA den Wert $\frac{n f_e}{b}$, aus dem sich f_e ergibt.

B. Berechnung der Höhe $h - a$ bei gegebenem M, b, d, σ_e und σ_b.

Das Verfahren, den Nullinienabstand x mittels der durch Gl. 5) gegebenen Hyperbel zu bestimmen, bietet zugleich die Möglichkeit einer rechnerischen Lösung der Aufgabe.

Zu dem Zwecke setzen wir in Gl. 5) $y = 0$, um eine Gleichung für den Schnittpunkt der Hyperpel mit der x-Achse zu erhalten und führen statt $x - \xi$ seinen Wert $\frac{d}{2} - \frac{d^2}{6\,(2x - d)}$ in die Rechnung ein, dann geht, nachdem wir noch mit γ dividiert haben, die Gleichung über in

$$11)\quad x^2 - x\left(\frac{M}{\sigma_b\, b\, d\, \gamma} + \frac{d}{2\gamma} - \frac{d^2}{6\gamma(2x-d)} + \frac{d}{2}\right) + \frac{d^2}{4\gamma} - \frac{d^3}{12\gamma(2x-d)} = 0$$

und nach einigen weiteren Umformungen ergibt sich die quadratische Gleichung

$$12)\quad x^2 - x\left(\frac{M}{\sigma_b\, b\, d\, \gamma} + \frac{d}{2}\cdot\frac{\gamma+1}{\gamma}\right) + \frac{d^2}{3\gamma} = 0.$$

Hieraus folgt ein Ausdruck für die gesuchte Höhe $h - a$ nach Multiplikation mit γ^2, so daß die Gleichung schließlich mit $x\gamma = h - a$ übergeht in

$$13)\quad h - a = \frac{M}{2\sigma_b\, b\, d} + \frac{d}{4}(\gamma+1) \pm \sqrt{\left[\frac{M}{2\sigma_b\, b\, d} + \frac{d}{4}(\gamma+1)\right]^2 - \frac{d^2\gamma}{3}}.$$

Das negative Vorzeichen der Wurzel kommt nicht in Betracht.

Die Gl. 12) läßt sich aber auch mit weitgehender Genauigkeit zur Ermittelung eines Näherungswertes benutzen; die dazu erforderliche Rechnung hat den Vorzug größerer Einfachheit.

Wird Gl. 12) durch x dividiert, so erhält man

$$14)\quad x = \frac{M}{\sigma_b\, b\, d\, \gamma} + \frac{d}{2}\cdot\frac{\gamma+1}{\gamma} - \frac{d^2}{3\gamma x},$$

und man erkennt sofort, daß die ersten beiden Glieder den Näherungswert für x darstellen, den wir schon oben für die zeichnerische Ermittelung benutzt haben.

Dieser erste Näherungswert liefert einen zu großen Nullinienabstand, solange x positiv ist; wir nennen ihn x', so daß also

$$15)\quad x' = \frac{M}{\sigma_b\, b\, d\, \gamma} + \frac{d}{2}\cdot\frac{\gamma+1}{\gamma};$$

wird x' in Gl. 14) eingeführt, so erhält man einen zweiten endgültigen Näherungswert

$$16)\quad x'' = x' - \frac{d^2}{3\gamma x'} = \frac{M}{\sigma_b\, b\, d\, \gamma} + \frac{d}{2}\cdot\frac{\gamma+1}{\gamma} - \frac{d^2}{3\gamma x'},$$

der ebenfalls noch den wahren Wert von x übertrifft, weil $\frac{1}{x'} < \frac{1}{x}$, also auch $x' - \frac{d^2}{3\gamma x'} > x = x' - \frac{d^2}{3\gamma x}$.

Zur Bestimmung des Fehlers, der dem Näherungswert x'' anhaftet, bilden wir zunächst aus Gl. 16) und 14) die Differenz

$$17)\quad x'' - x = \frac{d^2}{3\gamma}\cdot\frac{x'-x}{x\cdot x'};$$

aus Gl. 14) und 12) folgt ferner $x' = \frac{d^2}{3\gamma x} + x$ und hiermit wird $x'' - x = \frac{d^4}{3\gamma x d^2 + 9\gamma^2 x^3}$.

In Prozenten von $h - a = \gamma x$ ist der Fehler demnach

$$\varphi = \frac{x''-x}{x\gamma}\cdot 100 = \frac{100}{3\gamma^2\frac{x^2}{d^2} + 9\gamma^3\frac{x^4}{d^4}} = \frac{100}{3\gamma^2\frac{x^2}{d^2}\left(1 + \frac{3\gamma x^2}{d^2}\right)}.$$

Mit $\gamma = \frac{8}{3}$ entsprechend $\sigma_e = 1000$ kg/qcm und $\sigma_b = 40$ kg/qcm wird für

$\frac{x}{d} = 1 \ldots \varphi = 0{,}5208\,\%$

$\frac{x}{d} = 1{,}5 \ldots \varphi = 0{,}1096\,\%$

$\frac{x}{d} = 2 \ldots \varphi = 0{,}0355\,\%$

Es sei noch bemerkt, daß die Gl. 14) auf die Formel für die Querschnittsbestimmung des rechteckigen Balkens führt, wenn man darin x statt d setzt. Es ist dann

$$x = \frac{M}{\sigma_b\, b\, x\, \gamma} + \frac{x}{2}\,\frac{\gamma+1}{\gamma} - \frac{x^2}{3\gamma x}$$

und nach einigen Umformungen

$$x^2 = \frac{M}{\sigma_b\, b\, \gamma} + \frac{x^2(3\gamma-1)}{6\gamma};$$

schließlich erhält man

$$x\cdot\gamma = h - a = \sqrt{\frac{6\gamma^2}{(3\gamma-1)\sigma_b}}\;\sqrt{\frac{M}{b}},$$

welche Gleichung mit der Formel 41) $h - a = r\sqrt{\frac{M}{b}}$ der Rechnungsbeispiele in den ministeriellen Bestimmungen übereinstimmt.

Das Holz als Baustoff.

Mitteilungen aus dem Bauingenieur-Laboratorium der Technischen Hochschule Hannover.

Von Geh. Regierungsrat Prof. G. Lang.

(Fortsetzung zu S. 464.)

C. Die Laubhölzer.

Die Laubhölzer bilden die jüngste, verwickeltste, aber auch vollkommenste Baumart mit vorwiegender Trennung der Zellen und ihrer Tätigkeit in Leit-, Stütz- und Nährzellen. Die Zahl der Laubhölzer ist so groß, daß wir nur die wichtigsten besprechen können; aber auch deren Zahl hat sich in den letzten 20 Jahren besonders durch Einfuhr aus Australien und unseren Kolonien stark vermehrt.

Die Gefäße sind oft so weit, daß sie als Poren dem unbewaffneten Auge erkennbar sind; je nach deren Verteilung im Jahrring unterscheidet man:

ringporige und zerstreutporige Laubhölzer.

Bei ersteren sitzen die Gefäße meist in den Frühholzzonen, und dann erkennt man die Jahrringe deutlicher, als bei den zerstreutporigen, bei deren Gefäßen in der Regel die Lichtweite vom Früh- bis Spätholz allmählich abnimmt. Manchmal hat ein und dieselbe Baumart teils ring-, teils zerstreutporige Vertreter, doch heben die Jahrringe der Laubhölzer nur bei den ausgesprochen ringporigen sich so scharf voneinander ab, wie bei den Nadelhölzern.

Harzgänge fehlen ganz, obwohl auch manche Laubhölzer Harz führen.

Die Markstrahlen enthalten nur Nährzellen, oft aber in solcher Menge, daß einzelne derselben im Hirnschnitt als breite Strahlen deutlich hervortreten, während sie bei den Nadelhölzern nur mit der Lupe zu erkennen sind, und daher im allgemeinen als unkenntlich bezeichnet werden; (höchstens werden einzelne Markstrahlen, z. B. ein Schnitt durch den Harzgang i in Bild 36 der Douglastanne, mit bloßem Auge wahrnehmbar). Natürlich gibt es solch feine Markstrahlen auch bei den Laubhölzern, teils ausschließlich (wie bei Bild 43/48), teils neben breiteren, mit bloßem Auge deutlich erkennbaren, wie z. B. bei der Rotbuche (Bild 18) oder Eiche (Bild 39 bis 41).

Die in den Botanikbüchern übliche Einteilung der Laubhölzer geht von deren Verwandtschaft in den Blüten- oder Fruchtformen aus und teilt demnach z. B. die Eiche der Gattung der nußfrüchtigen Kätzchenträger und deren Unterabteilung (Familie) „Fagaceae", d. h. buchenartige Laubhölzer, zu; den letzteren gehören dann z. B. Rotbuche und Eiche an.

Da wir uns hier aber ausschließlich mit dem Bau des Holzes befassen, teilen wir die Laubbäume nur in die zwei Hauptgruppen der ring- bzw. zerstreutporigen ein und besprechen zuerst die für Bauzwecke wichtigsten, die ringporigen.

I. Ringporige Laubhölzer.

1. Die Eiche (Quercus L.), der wichtigste einheimische Laubbaum für Dauerbauten, als solcher schon von den Indogermanen benutzt, die nach Hoops[61]) ursprünglich in Gegenden mit vorherrschendem Eichwaldbestande gehaust haben, also vermutlich in Mitteleuropa, oder nach neuesten Forschungen an der unteren Donau, wo früher Eichenwälder vorgeherrscht haben müssen, wie noch jetzt in Jütland. Heute gehören reine Eichenwälder zu den Seltenheiten, denn die Eiche ist licht- und raumbedürftig, die schwächeren Triebe gehen im Schatten der stärkeren Bäume ein und machen anderem Unterholz Platz, das dann nach dem Absterben der alten Eichriesen die Vorherrschaft erlangt und weiteren Eichennachwuchs verkümmern läßt; nur wo das fremde Unterholz ausgerodet wird, wie auf den alten Bauernhöfen (Eickhöfen), Tingplätzen und Richtstätten, besonders in Niedersachsen und Westfalen, entstehen Rasenplätze mit weit auseinander stehenden stattlichen alten Eichen, die Festplätze deutscher Städte und Dörfer.

Zum kräftigen Gedeihen braucht die Eiche einen guten Boden und zur Ausbreitung der mächtigen Krone Luft und Licht, alsdann entwickelt sie breite Jahrringe mit vorherrschendem Spätholz von hoher Festigkeit, Dauer und derben Fasern, das sogenannte grobe Eichenholz, im Gegensatz zu dem engringigen milden Eichenholz geschlossener Waldbestände (z. B. im Spessart, Eilenriede usw.). Weiteres hierüber später. Im Gegensatz zu den meisten Nadelhölzern, bei denen der geschlossene Waldbestand kräftigeres Holz liefert als freistehende Bäume, brauchen also die Eichen und auch die meisten anderen Hartholzlaubbäume freien Stand zum Gedeihen des Stammes, zugleich aber auch besondere Pflege, wenn der Stamm sich astfrei entwickeln soll.

Die Eiche gehört zu den ringporigen[67]) Kernholzbäumen mit kräftigen Markstrahlen und hellem Splint, der sich deutlich vom dunkleren, durch Gerbstoffgehalt gebräunten Kern abhebt; sie ist ein Stärkebaum, dessen Splint daher von Wurmfraß und Fäulnispilzen stark befallen wird, wenn ihm nicht durch geeignete Fällzeit oder Ringelung (s. S. 443 ff.) die Nährstoffe entzogen werden. Der Splint gilt daher für sehr minderwertig und wird bei den meisten Lieferbedingungen für Bauholz z. Z. noch ausgeschlossen. Da aber der Splint besonders bei knorrigen Stieleichen oft recht unbequem sitzt, so daß seine Entfernung den Wert der Stämme stark herabmindert, suchen ihn unzuverlässige Holzhändler durch Färbung zu verdecken und dann als Kernholz einzuschmuggeln. Die Lieferbedingungen z. B. für Eichenschwellen sollen daher stets die Forderung enthalten, daß verdächtige Stellen vom Abnehmer mit dem Beil bloßgelegt werden dürfen, um sich vor Täuschung zu schützen, ohne daß dadurch Entschädigungsansprüche für den Verkäufer erwachsen. Bei längerer Lagerung dunkelt freilich der Splint so stark nach, daß es oft schwer hält, ihn vom Kern zu unterscheiden, falls sich noch kein Wurmfraß eingestellt hat[68]). Durch Bestreichen der frischen Hobelfläche mit „chromsaurem Kali"[69]) wird aber der Kern dunkler, der Splint heller, wie Bild 37 zeigt, das vor diesem Bestreichen fast einfarbig war.

[67]) Es kommen allerdings auch zerstreutporige Eichensorten vor, vgl. S. 600.

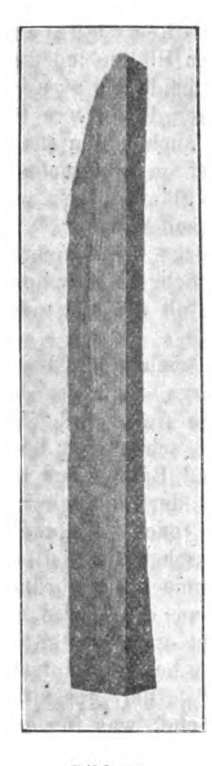


Bild 37.
Eichenstück mit Splint.

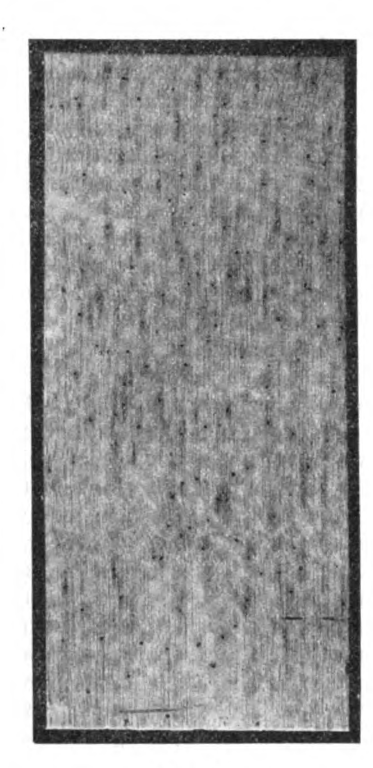


Bild 38.
Eichenkern mit Wurmlöchern.

Wirtschaftlicher ist es freilich, durch rechtzeitiges Ringeln dem Splint seine Fäulnisstoffe zu entziehen und Gerbsäure in ihm anzusammeln (vgl. S. 445), wozu nachgeholt sei, daß Nördlinger schon 1860 schrieb: „Bei Eichen, die im Mai geschält werden, verwandelt sich der Splint durch Absterbenlassen auf dem Stock nahezu in Kern". Ob derart zulässiger Splint vorliegt, entscheidet die Jodprobe (S. 441).

Im Wasser bewirkt die Gerbsäure der Eiche allmählich ein Schwarzwerden des Holzes, da sie mit den Eisensalzen des Wassers feste Verbindungen eingeht, was das Holz schwarz und steinhart macht. In meiner Sammlung sind Stücke aus früheren Jahrhunderten mit verschieden starker Färbung. Bekannt ist das dunkelschwarze Eichenholz der Pfähle von Cäsars Rheinbrücke bei Mainz, die nach 1900 Jahren herausgezogen und als „deutsches Ebenholz" zu teuren Möbeln verarbeitet wurden. Ob der Splint mit gerammt wurde, ist nicht bekannt geworden. Vielleicht lagen ähnliche Erscheinungen vor wie bei Bild 43.

Es gibt etwa 200 verschiedene Eichensorten, die sich allerdings mehr in den Laub- und Blütenformen als in dem Kleingefüge des Holzes voneinander unterscheiden. Für

[68]) Das Kernholz enthält wenig Stärke und ist durch seinen höheren Gerbstoffgehalt vor Wurmfraß geschützt. Wenn trotzdem manche Kernholzstücke stellenweise Wurmlöcher zeigen, so rühren diese aus der Zeit, wo diese Stellen im lebenden Baum noch Splint waren; beim Verkernen erhalten diese Löcher meist schwarze Umränderung unter Absterben der Würmer. Solche Wurmlochstellen haben oft nur geringe örtliche Ausdehnung und treten dafür bei der Bearbeitung um so unvermuteter auf, wie z. B. bei einigen Sattelhölzern unserer Stützenproben, wovon Bild 38 einen Ausschnitt zeigt.

[69]) In Tischlereien ist diese Probe längst eingeführt, da man bei der beliebten Beizung der Hölzer mit „Kali" — so wird diese Lösung kurzweg bei den Drogenhändlern verlangt — ganz von selbst auf deren verschiedene Farbwirkung aufmerksam wurde (nicht zu verwechseln mit Jodkali, vgl. S. 441).

Deutschland kommen eigentlich nur die zwei folgenden in Betracht:

a) Die Traubeneiche oder Wintereiche = Quercus sessiliflora Sm. (von manchen auch Steineiche genannt, welche Bezeichnung aber zu Verwechselungen mit Sorte *k* führt) und

b) die Stieleiche oder Sommereiche = Quercus pedunculata Ehrh., die sich nur in den Blüten und dem Wuchs von a unterscheidet. Linné faßt beide als „Quercus robur" zusammen. Man hat früher die erstere für die festere und dauerhaftere gehalten, auch sollen (nach Förster) bei der Traubeneiche die Spiegel im Längsschnitt weiter voneinander abstehen und nicht so glänzend sein wie bei der Stieleiche. R. Hartig betont aber nach Wiesner [23]) II, Seite 896, daß im Kleingefüge des Holzes keine sichere Unterscheidung möglich sei, daß es also mehr auf Standort, Klima und Bodenverhältnisse ankomme, ob die eine oder die andere festeres Holz liefere.

Immerhin bevorzugt die Stieleiche mehr die Ebene, die Traubeneiche mehr das Mittelgebirge, auch ist der Wuchs der Stieleiche knorriger; mächtige Aeste und Verzweigungen beginnen bei freiem Stande schon früh über dem Boden, so daß lange Stützen und Balken aus ihr schwieriger zu gewinnen sind als bei der schlankeren Traubeneiche, deren kräftiger Stamm nach Büsgen [70]) (S. 127) fast bis zur Spitze gerade durchgeführt ist, so daß auch die stärksten Aeste dem Stamme untergeordnet erscheinen, und sie „im Wuchse fast an die Fichte erinnert" (?); sie beansprucht auch nicht ganz so guten Boden wie die Stieleiche. Nach Büsgen besitzt Deutschland an Eichenbeständen etwa 4,2 % der gesamten Waldfläche und 12,9 % der Laubholzfläche, was für den großen Bedarf an Eichenholz lange nicht genügt, so daß massenhafte Einfuhr aus Rußland, Ungarn, Nord-Amerika und Japan stattfindet. Reine Eichenhochwälder sind selten, Mittelwälder gemischten Bestandes herrschen vor [71]). Der früher viel gepflegte niedrige Eichenschälwald zur Gewinnung der Rinde für Gerberlohe geht immer mehr zurück, seit Quebracho und andere Auslandhölzer mit viel höherem Gerbstoffgehalt eingeführt werden. Würden alle Eichen so rasch wachsen wie die 150jährige der Fußnote 49, so käme stärkerer Anbau bei uns in Frage. Dazu gehört aber sehr guter Boden, den wir für Ackerbau brauchen. Man muß also nach Ersatzhölzern suchen, wozu bei richtiger Erziehung vielfach die Rotbuche dienen kann (s. dort).

c) Die ungarische Eiche = Quercus conferta Kit.; sie bewohnt Südost-Europa, ähnelt der Stieleiche, ist eher noch krummwüchsiger, härter und dauerhafter als diese, aber stark reißend, daher mehr für Wasserbauten geeignet, und erst nach Einführung des Ringelns für Möbel und Faßdauben. Für letztere ist dagegen sehr gesucht die

slawonische Eiche, wenigstens in ihren besseren, breitringigeren und dichten Sorten, während die feinringigere für Wagenbau gesuchter ist (s. z. B. Laris [4]) S. 56). Im Holzhandel ist die slawonische Eiche sehr bekannt, in Botanikbüchern fand ich nichts darüber; sie ist vermutlich eine Abart der Stieleiche (Laris), vielleicht auch der

d) südeuropäischen weichhaarigen Eiche, auch Schwarzeiche = Quercus pubescens Willd. genannt. Ihre Festigkeit scheint nach Weiskopf [72]) der der deutschen milden Eiche zu ähneln, während Wiesner [23]) II, S. 897 die weichhaarige Eiche für fester, dichter, härter und schwerer erklärt als die Stieleiche, noch dauerhafter, aber weniger elastisch als letztere. Der Widerspruch erklärt sich vielleicht daraus, daß in den letzten Jahren Raubbau getrieben wurde und die Wälder durch Dürre, Frost und Insektenfraß stark gelitten haben sollen. (In England, dessen mildfeuchtes Klima der Eiche sehr zusagt, sollen nach The Builder 1912, II, S. 744 die besten Eichenhölzer der Welt wachsen.)

e) Die Zerreiche = Quercus cerris L. wächst in Südeuropa und Kleinasien, ist als Bauholz minderwertig und wird hier nur erwähnt wegen der Aehnlichkeit ihres Holzgefüges mit der im Osten der Vereinigten Staaten heimischen, jetzt aber auch bei uns angepflanzten:

f) Roteiche = Quercus rubra L., die, als Red-oak massenhaft eingeführt, aber weniger zu Bauholz als zu Tischlerholz geschätzt ist (Bild 41 a). Die Angaben über Güte sind widerspruchsvoll, ebenso wie bei:

g) Weißeiche = White-oak = Quercus alba. Rot- und Weißeiche sind zusammenfassende Handelsnamen für eine große Anzahl (angeblich 140) nordamerikanischer Eichensorten verschiedener Güte, die Laris [4]) in seiner Liste S. 59 nach Zahl, Abstand und Breite ihrer Markstrahlen unter sich und von den europäischen unterscheiden will (?); er hält die Weißeiche fast für gleichwertig mit der Stieleiche, was andere anzweifeln. Weißkopfs Biegversuche, a. a. O. [72]) S. 118, erwiesen sie teils fester, teils der deutschen groben Eiche unterlegen. Ausgedehntere Versuche sind wohl bald von dem „U. S. Forest Service" zu erwarten. Da aber der Bedarf in Nordamerika selbst sehr groß ist und der Vorrat immer mehr schwindet, wird neuerdings bei uns bevorzugt die billigere:

h) japanische Eiche, die seit 1906 in steigender Menge bei uns eingeführt wird und nach Weiskopfs Versuchen [72]) sich sehr gut erwiesen hat, so daß sie jetzt für Eisenbahnwagenbau zugelassen wird; sie soll unserer Traubeneiche gleichen, aber geradfaseriger sein und in den nördlichen Bergwäldern massenhaft vorkommen. Hch. Mayr [30]) erwähnt nichts davon. Es gibt nach [7]) Bd. 4 S. 822 in Japan etwa 20 Eichensorten, von der südlich immergrünen bis zu unseren nördlichsten Vorkommen. Der Bedarf ist aber in Japan für Eisenbahnschwellen so groß, daß wohl bald Schutzgesetze folgen werden, die die Ausfuhr alsdann verteuern.

i) Indische, australische oder afrikanische Eiche sind Handelsbenennungen für Holzarten, die mit der Eiche nichts gemein haben als Härte und Dauer, die wir daher als immer wichtiger werdende Ersatzstoffe für Eiche später unter ihrem eigentlichen Namen besprechen werden.

Von den wenigen zerstreutporigen Eichensorten seien noch kurz erwähnt:

k) die Steineiche oder Immergrüne Eiche = Quercus ilex L., die im ganzen Mittelmeergebiet wächst, gleichmäßiger fest ist als die ringporigen, aber schwerer zu bearbeiten und oft von maserigem Wuchs, besonders die Wurzelstöcke, die für Tischler und Drechsler gesucht sind. Die Aufreißgefahr ist bei unvorsichtig raschem Austrocknen sehr groß; als Bauholz kommt sie so wenig in Betracht wie die folgende:

l) Korkeiche = Quercus suber L., die noch vorherrschend Ringporen aufweist, deren Holz aber der Steineiche sonst ähnelt. Ihre Rinde liefert den heute auch im Bauwesen so begehrten Kork; sie gedeiht aber nur im westlichen Mittelmeergebiet gut und wird dort jetzt wegen der Korkgewinnung sorgsam gepflegt. Schnitte durch die Korkrinde s. Bild 54a und b.

---

70) Büsgen: Der deutsche Wald, Leipzig 1910.

71) Der neue botanische Garten in Dahlem (Berlin) zeigt junge deutsche Mischwälder sehr anschaulich. Sein Besuch ist auch für alle Techniker sehr lehrreich; im zugehörigen botanischen Museum sind viele Proben von Holzschnitten auch aus unseren Kolonien und dem Ausland vereinigt.

Die Eilenriede bei Hannover ist ein noch prächtigeres Beispiel älterer deutscher Mischwälder, nach den Wirtschaftplänen von Burckhardt und Kraft sorgsam gepflegt. Vgl. H. Steinvorth: Die Wald- und Steinflora der Eilenriede, Hannover 1899. Die Stieleiche herrscht dort vor, „ihre kleinen Kronen deuten auf Kampf mit den Buchen." Die Traubeneiche ist nur zerstreut eingesprengt

72) Weiskopf: Harthölzer für den Eisenbahnwagenbau in Glasers Annalen 1913, Heft 6/8.

Die Farbe des einheimischen Eichenholzes wechselt von hellgelb bis braun, je nach Standort und Bodenart. Die Roteiche hat einen Stich ins Rötliche. Scharlach- und Schwarzeiche zeigen die entsprechend dunkleren Farbentöne.

Das Kleingefüge des Eichenholzes ist für dessen Verständnis und Verwertung wichtig. Wir beschränken uns dabei auf die Trauben- und Stieleiche, deren Holzgefüge nach S. 599 keine Unterschiede zeigt, deren

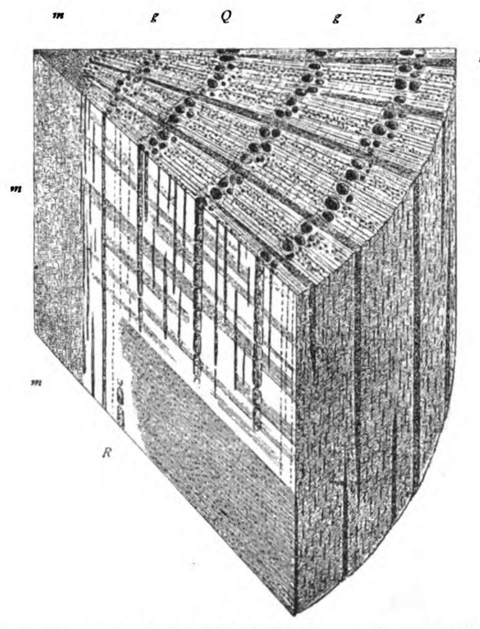


Bild 39. *Keilausschnitt der Stieleiche aus H. und W.*[22]) *I, S. 15. V. etwa 7/1.*

Jahrringe aber je nach Standort und Ernährung bald engringig sind — sogenanntes mildes Eichenholz für Tischler —, bald weitringig und letzterenfalls in der

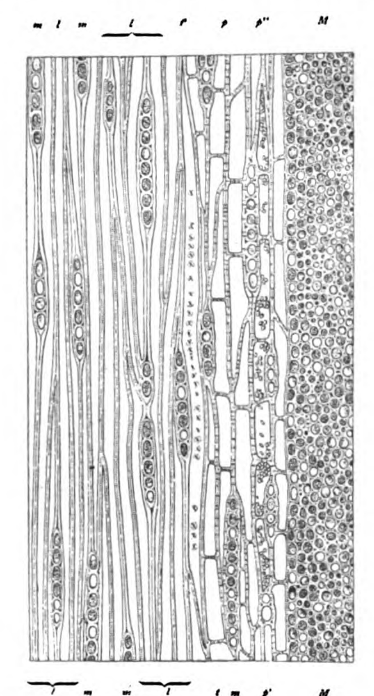


Bild 39a. *Fladenschnitt der Stieleiche nach H. und W. I, S. 14. V. 133/1.*

Hauptsache aus den dicken kräftigen Stützzellen des Spätholzes bestehen, denen ein Frühholzring mit grobporigen Gefäßen vorgelagert ist und die im Handel als grobes Eichenholz bezeichnet werden, das zwar schwerer zu bearbeiten aber auch fester ist, daher zu Bauholz vorgezogen wird. Die Ringporen sind bis $^1/_2$ mm groß, so daß sie der Tischler vor dem Polieren von Hirnholzflächen erst mit dem sogenannten Porenkitt ausfüllen muß. Bild 39 zeigt den Keilausschnitt einer Stieleiche mit Hirn-, Spiegel- und Fladenschnitt, etwa siebenmal vergrößert. Im Hirnschnitt Q (Querschnitt) erscheinen die weiten Frühjahrgefäße als zum Ring gereihte Löcher (Ringporen), während engere Gefäße oder Leitzellen in strahligen Punktreihen im Spätholz liegen; zwischen den kräftigen Hauptmarkstrahlen, die bis zum Mark reichen, und manchen fast ebenso breiten Nebenmarkstrahlen finden sich zahlreiche feinere einreihige Markstrahlen, die im Fladenschnitt T (Tangentialschnitt) als dünne kurze Striche erscheinen. Der Spiegelschnitt R (Radialschnitt) zeigt diese Markstrahlen als wagerechte Streifen verschiedener Länge und Breite, die auf gehobelter Fläche als glänzende Spiegel erscheinen und zum Teil zusammenhängende bandartige Formen annehmen, unterbrochen durch die Gefäße, die hier als verschieden weite und lange Röhren (bis zu 2 m, vgl. S. 433) erscheinen, ohne Vergrößerung aber nur wie dünne Nadelrisse aussehen.

Bild 39a zeigt ein Stück des Fladenschnittes T stärker vergrößert, so daß die dünnen Striche auf der Rückseite von Bild 39 jetzt als Reihen von Nährzellen $m\,m$ erscheinen, mit Stärkekörnern als Inhalt[73]), wie bei dem breiten mehrreihigen Markstrahl $M\,M$; $t\,t'$ sind Leitzellen, p kurze Strangnährzellen mit verschmälerten Endgliedern, auf der Strecke $p'\,p''$ erscheinen solche in vollständiger Ausdehnung; l sind Stützzellen, die den größten Teil des Raumes zwischen den großen Markstrahlen ausfüllen (vgl. Bild 39c).

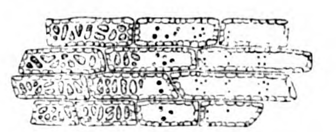


Bild 39b. *Markstrahl der Stieleiche aus H. und W. I, S. 16. V. 250/1.*

Bild 39b zeigt die wie Mauersteine aneinander gereihten Nährzellen eines Markstrahles. Die Wände dieser Zellen sind ringsum mit einfachen Tüpfeln versehen, auf der linken Hälfte (das einem weiten Gefäß benachbart zu denken ist) sind diese Tüpfel besonders groß.

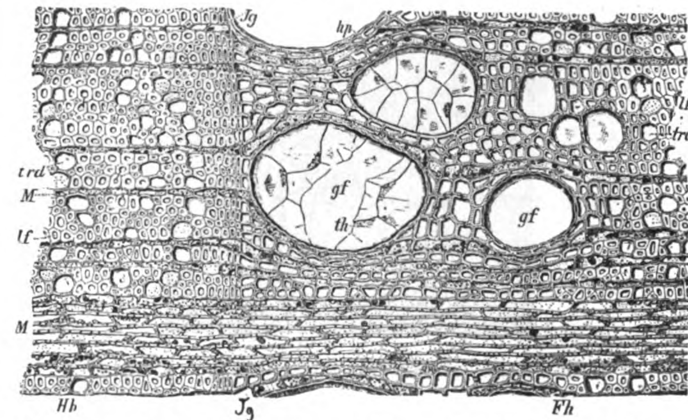


Bild 39c. *Eichenhirnschnitt, aus Hassack*[74]), *Fig. 145. V. 150/1.*

Bild 39c endlich zeigt einen Teil des Hirnschnitts in V. 150/1, nach Hassacks Wandtafeln[74]). Man erkennt

[73]) Ein Beweis, wie notwendig das künstliche Entstärken (nach S. 444) ist, um den Eichensplint dauerhaft und wetterfest zu machen.

[74]) Aus Hassacks Warenkunde, Wien 1904, S. 251. (Dort findet sich auch Seite 250 ein richtigeres Verhältnis zwischen den Wandstärken der Rund- und Breitfasern der Nadelhölzer,

die Jahrringgrenze *Jg* durch das Vorherrschen der Stützzellen *lf* im Spätholz *Hh* links; ferner die Verteilung der Leitzellen *trd* und der großen Gefäße *gf* im Frühholz *Fh* des nächsten Jahrringes, zum Teil mit Füllzellen *th* (vgl. S. 428) und umgeben mit Strangnährzellen *hp*; endlich die verschieden breiten Markstrahlen *M M*.

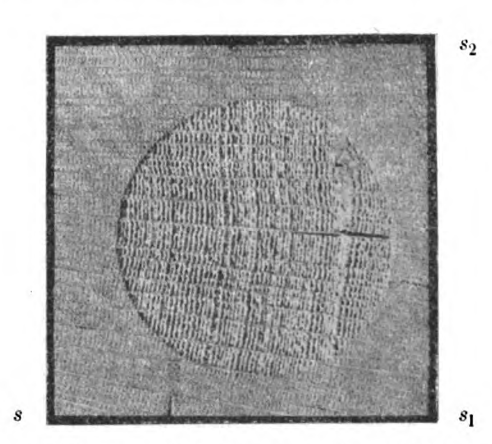


Bild 40 a_1. *Milde deutsche Eiche. V. 5/7.*

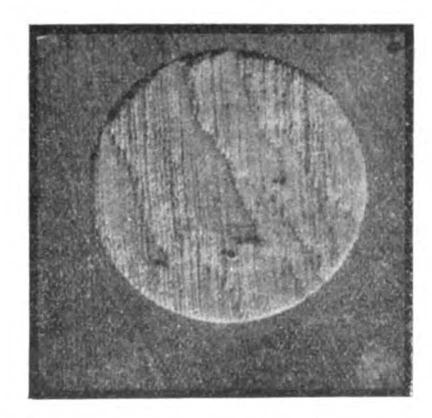


Bild 40 a_2. *Seitenfläche* $s s_1$ *zu* $40 a_1$. *V. 5/7.*

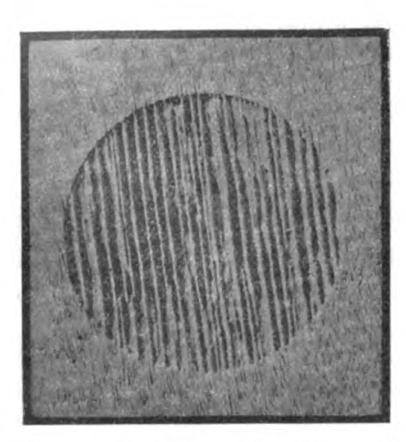


Bild 40 a_3. *Seitenfläche* $s_1 s_2$ *zu* $40 a_1$. *V. 5/7.*

Die Bilder 40 und 41 zeigen die Wirkungen des Sandstrahlgebläses auf verschiedene Eichensorten und verschiedene Flächen derselben. Man sieht zunächst an den Hirnholzschnitten, wie kräftig die breiten Markstrahlen widerstehen, so daß sie bei der engringigen milden Eiche (Bild 40 a), bei der die Frühholzgefäße überwiegen, fast stärker hervortreten, als die Spätholzzonen; bei Eichen mit etwas breiteren Ringen (Bild 40 b) zeigt sich ein regelrechtes Netz aus Markstrahlen und Spätholzringen; bei mittleren (Bild 40 c) und groben Eichen (Bild 40 d) treten

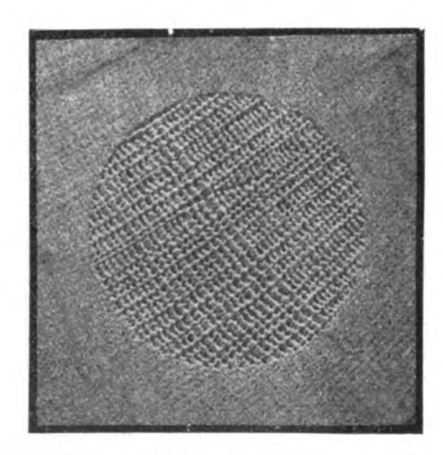


Bild 40 b. *Milde deutsche Eiche. V. 5/7.*

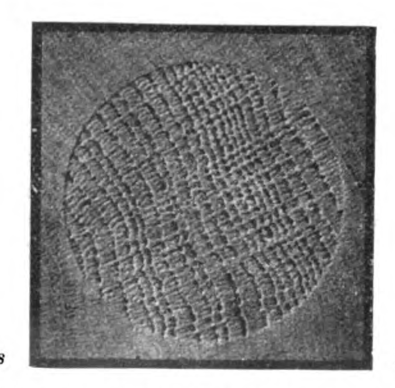


Bild 40 c_1. *Mittlere deutsche Eiche. V. 5/7.*

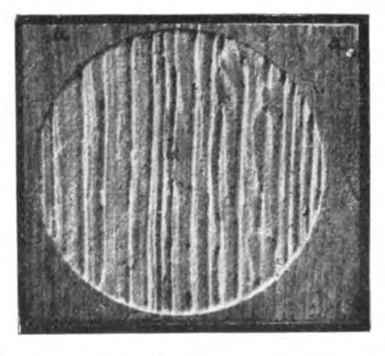


Bild 40 c_2. *Seitenfläche s s zu* $40 c_1$. *V. 5/7.*

die Markstrahlen gegenüber den Spätholzringen zurück. Unter der Lupe, noch mehr mittels Binokular, sieht man an der Stelle der Gefäße in wahre Abgründe von Höhlungen hinein, in deren Tiefe trotz kräftigen Abklopfens noch manche größere Sandkörner sich befinden, welche die Genauigkeit der Messung der Abnutzgröße durch Gewichtbestimmung etwas beeinträchtigen, wie schon S. 455 bemerkt ist. Dagegen tritt die Abnutzung durch Stoßwirkung besonders deutlich mittels des Sandstrahlgebläses in Erscheinung; sie läßt auch darauf schließen,

---

als in Bild 26. Hassacks Fig. 143 entspricht daher unserem Bilde 31 a, ergänzt letzteres aber durch Einzeichnung der Harzklümpchen, die in den Markstrahlen auftreten.) Die Buchstaben in Bild 39 c sind Abkürzungen der bisherigen zopfigen Bezeichnungen *Hh* für Herbstholz, *Fh* für Frühlingholz, *th* für Thyllen, *trd* für Tracheïden, *lf* für Libriformzellen, *hp* für Holzparenchym, während *gf* für große Gefäße und *M* für Markstrahlen ein reinliches Deutsch zeigen (s. S. 427).

daß die Markstrahlen der Eiche einen kräftigen Widerstand gegen Belastung quer zur Stammrichtung leisten; in Bild 40 a_2 (der Seitenfläche ss_1 zu Bild 40 a_1) treten diese Markstrahlflächen besonders deutlich hervor, so daß trotz der großen Frühjahrporen die Eichen (und andere ringporige Harthölzer mit breiten Markstrahlen) bedeutend geringere Zusammenpressung durch Querbelastung erfahren als die Nadelhölzer, wie die Versuchbilder mit Holzverbänden am Schluß dieser Abhandlung zeigen und die dort

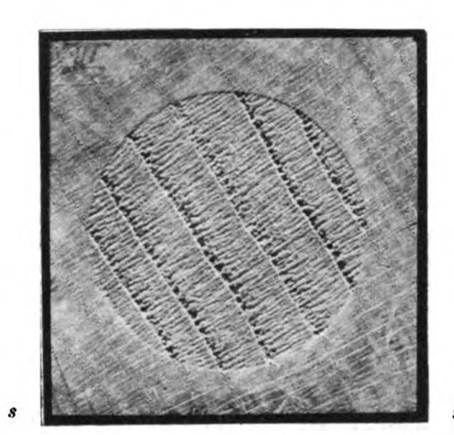


Bild 40 d_1. *Grobe deutsche Eiche. V. 5/7.*

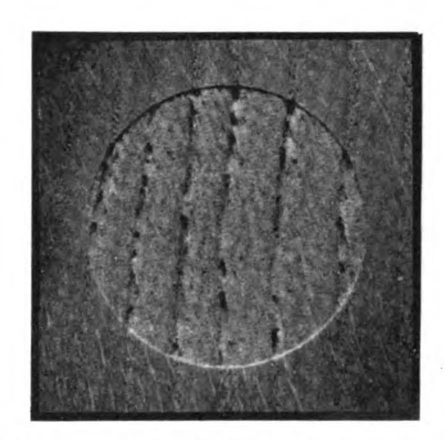


Bild 40 d_2. *Seitenfläche s s zu 40 d_1. V. 5/7.*



Bild 40 e zu 40 c_1. *V. 4/1.*

beigefügten Festigkeitzahlen scharf erkennen lassen werden. Dem Wechsel der Jahrringbreite entspricht auch der des Trockengewichts, das nach Petsche [89]) zwischen $r_t = 0{,}60$ bis 0,90 wechselt.

Im übrigen ist zu den Bildern 40 und 41 nur noch zu bemerken, daß die Breite der Jahrringe zwischen 1 und 11 ^{mm} wechselt; Bild 41 a zeigt, wie verschieden breit sie in aufeinander folgenden Jahrgängen eines und desselben Baumes ausfallen können, und zwar zwischen 1 und 7 ^{mm} in der Nähe eines Astes der amerikanischen Roteiche. Von letzterer lag mir nur eine Brettprobe von 3,2 ^{cm} Stärke vor, die Blasfläche mußte daher auf $2^1/_2$ ^{cm} beschränkt werden; sie ist in Bild 41 a in natürlicher Größe, in Bild 41 b 3,7 fach vergrößert wiedergegeben, so daß man oben erwähnte „Abgründe“ erkennen kann. Die Abnutzzahlen siehe in Liste VI, S. 607.



Bild 41 a. *Amerikanische Roteiche. V. 1/1.*



Bild 41 b. *Einzelheiten zu 41 a. V. 3,6/1.*

Aehnlichkeit mit dem Eichenholz in Bau, Eigenschaften und Dauer zeigen folgende 4 ausländische Hölzer, die manchmal als Ersatz dienen können und daher hier angereiht werden sollen:

2. Die Edelkastanie = Castanea vesca. Sie gedeiht nur in wärmeren Ländern, besonders in Südeuropa, Nordafrika und der ganzen gemäßigt warmen Zone Asiens, ist dort häufiger als die immergrüne oder Steineiche und besitzt als Bauholz noch wertvollere Eigenschaften wie letztere; sie ist ringporig, unterscheidet sich von der Eiche hauptsächlich durch das Fehlen der breiten Markstrahlen und weniger dichtes Zusammenstehen der Ringporen, wie R. Hartig durch Gegenüberstellung zu der Eiche in Bild 42 zeigt.

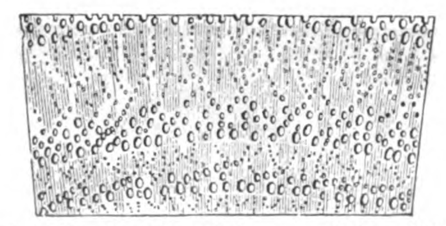
Liste VI.

Abnutzung der Eichensorten Bild 40/41 im Sandstrahlgebläse.*)

Bildnummer	40 a_1	40 a_2	40 a_3	40 b	40 c_1	40 c_2	40 d_1	40 d_2	41 a	Japanische Eiche Hirn	Japanische Eiche Seite
Gewichtverlust ΔG in Gramm durch 2 ^{min} blasen	0,51	0,85	0,97	0,62	0,27	0,88	0,41 0,20	0,64 0,42	0,11	0,86	1,16
Blasflächen-Durchmesser in cm	5,12	5,12	5,08	5,08	5,13	5,13	5,13	5,13	2,50	5,1	5,1
Umrechnung von ΔG auf 4 ^{cm} ⌀ wie in Liste III und IV...	0,31	0,52	0,60	0,38	0,165	0,54	0,251 0,122	0,393 0,256	0,28	0,53	0,714
Feuchtigkeit in $^0/_0$..... $n =$	12	12	12	12	15	15	38,7 15	38,7 15	15	15 ?	

*) Erläuterungen zu Liste VI. Die Proben 40 a_1 bis 40 c_2 lagen jahrelang in unserer Tischlerwerkstatt, hatten daher durchschnittlich nur 12 bis 15 % Feuchtigkeit; für 40 d sind zwei Zahlen angegeben, die den Unterschied zwischen der Abnutzung im Anlieferzustand (nach Lagerung im Freien bei Regenwetter) und nach Austrocknen in Zimmerluft zeigen. Die Zahlen für japanische Eiche stammen von Weiskopf[72]), S. 143; die Breite ihrer Jahrringe liegt zwischen 40 b und c; ihre Feuchtigkeit ist leider nicht bestimmt.

A. Eiche.



B. Edelkastanie.

Bild 42. *Vergleich der Hirnschnitte von Eiche und Edelkastanie nach R. Hartig[18]). V. 3/1.*

Anmerkung: Die echte Kastanie findet sich auch in geschützten Lagen Süddeutschlands; dort ist noch die gotische Bezeichnung „Käste" verbreitet. Das Holz scheint aber nicht mehr so gut zu sein, wechselt doch nach französischer Quelle sein r_t zwischen 0,55 und 0,77. Man hüte sich aber vor Verwechselung der Edelkastanie mit der in ganz Deutschland heimisch gewordenen Roßkastanie = Aesculus hippocástanum, deren Holz viel weicher und wenig dauerhaft ist, daher nur als Blindholz und zu Mulden, Holzschuhen und anderen Geräten Verwendung findet.

3. Maulbeerbaum = Morus.

Der schwarze = Morus nigra L. ist in Vorderasien, der weiße = Morus alba L. in China heimisch; in Südeuropa wird letzterer als schattiger Alleebaum und zur Seidenraupenzucht viel angepflanzt. Dem Licht ausgesetzt, wird das Kernholz rotbraun wie altes Mahagoni, daher für Tischlerarbeiten gesucht. Weniger bekannt ist seine treffliche Dauer als Bauholz, die ihn für unsere asiatischen Kolonien so wertvoll macht. Bild 43 a zeigt eine ganz schwarz und steinhart gewordene Scheibe aus einem Pfahl von 12 ^{cm} ⌀, der vor 2500 Jahren beim Bau der chinesischen Mauer nahe dem Golf von Petschili eingerammt und beim Durchbruch der ersten englischen Bahn herausgezogen worden ist. Ich verdanke dieses Stück einem früheren Hörer, dem dänischen Ingenieur Carl Krag, der bei diesem Bau tätig war. Der ziemlich breite Splint (Hartig spricht von sehr schmalem, gelbweißem Splint) wurde seinerzeit am Rammpfahl belassen, und ist stellenweise noch deutlich zu sehen. Er ist poriger und weicher als das Kernholz, aber noch gut erhalten; leider wurde beim Herumreichen viel davon abgebrochen. Bild 43 b zeigt die Splintzone von Bild 43 a in 1,3 facher natürlicher Größe.

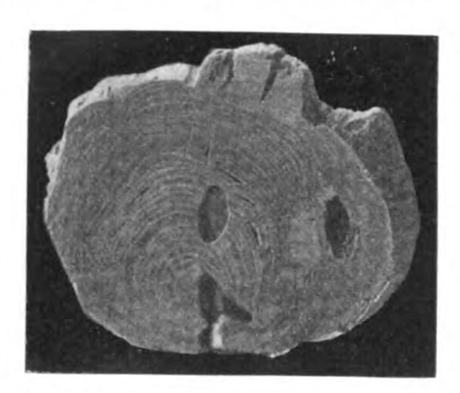


Bild 43 a. *Maulbeerbaum = morus alba, Rammpfahl aus der chinesischen Mauer, 2500 Jahre alt. V. 1/2,6.*

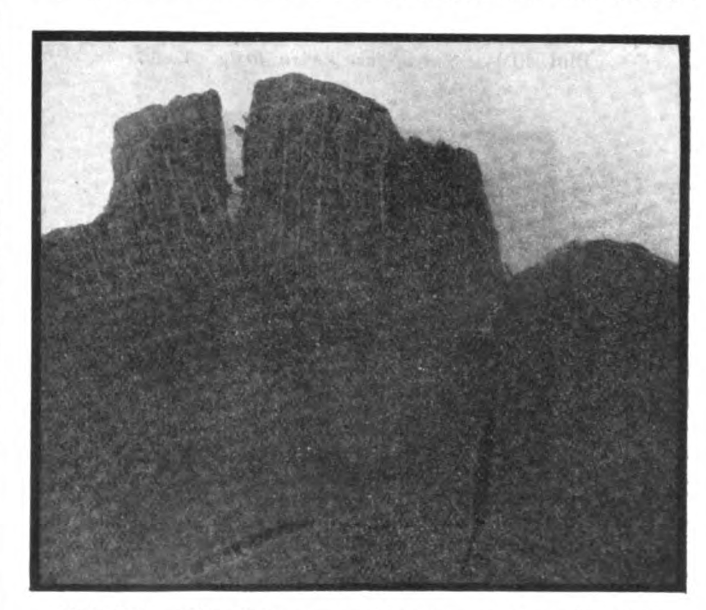


Bild 43 b. *Einzelheiten zur Splintzone von 43 a. V. 1,3/1.*

Der Bohrwurm (Teredo navalis) hat selbst im Kern glattwandige Höhlungen gegraben; das Holz ist aber so fest, daß der Fingernagel keine Spuren einzudrücken vermag. Der einseitige Wuchs und die unregelmäßigen Jahrringe haben in Südeuropa seine Verwendung eingeschränkt auf Rebpfähle, Zaunpfosten und Drechslerwaren. Der frische Schnitt ähnelt dem Eichen- und noch mehr dem Tiekholz.

4. Das Tiekholz (englisch Teak wood) = Tectona grandis L., wird wohl auch als „indisches Eichenholz" bezeichnet, da es ähnlichen Bau, aber helle bräunlich rote Farbe hat; es wird aus Hinterindien, Ceylon und Java massenhaft eingeführt, für Tischlerarbeiten viel verwendet und spielt bei uns im Schiffbau und für Seehafenbauten schon lange eine wichtige Rolle, da es dem gefürchteten Bohrwurm (Teredo navalis) besser widersteht als unser bestes Eichenholz; schließlich wird es aber doch angegriffen, weshalb neuerdings zu Seebauten andere Hölzer vorgezogen werden, wie Grünherz, manche Eukalyptusarten (s. dort), künftig auch wohl Kameruner Hölzer und das für uns immer größere Bedeutung erlangende Quebracho, dessen hoher Gerbstoffgehalt freilich das Eisen angreift, weshalb das Tiekholz z. B. für Eisenbahnschwellen vorgezogen wird, da seine öl- und gummihaltigen Füllzellen das Eisen schützen. Wachstum sehr langsam; erst im Alter von 80 Jahren erlangt es volle Reife, manche Bäume erst mit 200 Jahren. Wo Raubbau getrieben wird, schwindet es immer mehr, wird oft schon mit 50 Jahren gefällt, wo es 1 bis 2 m Umfang besitzt und enttäuscht dann die Erwartungen über seine Dauerhaftigkeit. In Java werden jetzt sorgsam gepflegte Tiekpflanzungen angelegt. Um ein gutes Austrocknen zu ermöglichen, sollen die Stämme schon 2 Jahre vor dem Fällen geringelt werden, wobei aber fälschlicherweise auch der Splint abgeschält wird, was das Austrocknen erschwert und zu Rissebildungen führt [75]).

5. Das Quebrachoholz, aus Argentinien stammend, hat wegen seines im Kern besonders hohen Gerbstoffgehaltes (16—20 %) in unseren Gerbereien die Eichenrinde mehr und mehr verdrängt, seine Rinde ist als Fieberschutzmittel geschätzt. Als besonders schweres, festes und dauerhaftes Bauholz (daher der Name Quebracho, sprich: Kebradscho mit der Bedeutung „Axtbrecher" nach Meyer's Weltwörterbuch) wird es in seiner Heimat namentlich für Eisenbahnschwellen verwendet, während seine Krummwüchsigkeit und Schwere es für Balken und Stützen weniger geeignet erscheinen läßt. Nach Laris a. a. O. [3]), S. 118 sind im Jahre 1900 für Versuche der preußischen Eisenbahnverwaltung 25 000 Stück rote Quebrachoschwellen eingeführt worden zum Preise von 9,50 M. das Stück frei Hamburg; sie müssen also eine 20—25 jährige Dauer zeigen, um weiteren Bezug zu lohnen. Man fürchtet, daß der hohe Gerbstoffgehalt den Eisennägeln und Schrauben gefährlich werden könnte; Ergebnisse sind abzuwarten. Da sehr viel minderwertige Holzarten als Quebracho eingeschmuggelt werden, ist nach Wehmer [76]) Vorsicht geboten, er unterscheidet: 1. Aspidosperma = Quebracho blanco, hellfarbig, besitzt geringen Gerbstoffgehalt und soll nur mäßiges Nutzholz liefern. 2. Rotes Quebrachoholz = Quebracho colorado, dort als Schinopsis Lorentzii, von Linné als Loxopterygium bezeichnet, mit höherem Gerbstoffgehalt. Laris nennt noch 3. das echte Quebracho, das wegen seiner Gallusgerbsäure an der Luft nachdunkelt bis zu tief blutrot, ja schwarzrot. Proben sind in den botanischen Museen und denen der Handelskammern zu sehen, zum Teil in sehr starken Abmessungen. Laris betont a. a. O. [4]), S. 166 den sehr langsamen Wuchs der echten Quebrachobäume, zählt sie (nach argentinischen Botanikern) zur Gattung Swietania, und berichtet, daß sie meist nur 12—15 m hoch werden und der Stammumfang im allgemeinen nur 30—50 cm, selten (?) bis zu 100 cm betrage. Der Baum soll auch im Aeußeren Aehnlichkeit mit unserer Eiche haben, die immergrünen Blätter sind aber kleiner und lanzettförmig, das Holz so dicht, daß man Jahrringe schwer unterscheiden kann. Raumgewicht $r_t > 1,1$.

Die Markstrahlen sind sehr fein und erst mit Lupe zu erkennen. Die zwei mir vorliegenden kleinen Proben von weißem und rotem Quebracho sind eher zerstreutporig als ringporig, Bild 44 a und b stellen rotes Quebracho dar. Stone [29]) gibt auf Tafel 15 den Hirnschnitt von Quebracho dreifach vergrößert, ohne nähere Bezeichnung. Die Farbe sei rot bis nußbraun.

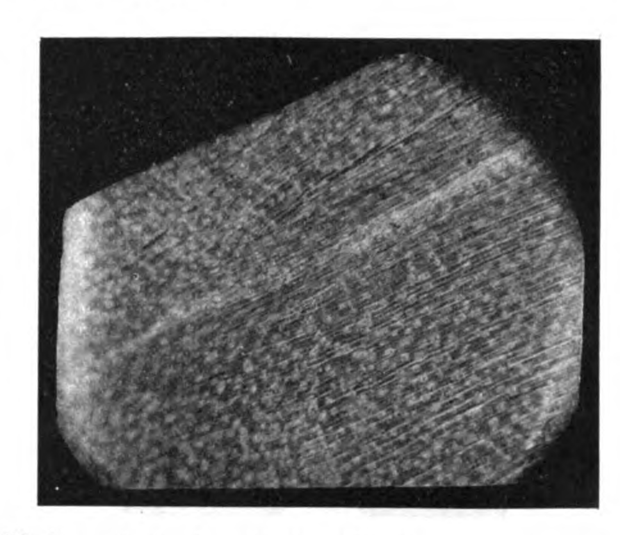


Bild 44 a. *Quebracho colorado. Hirnschnitt mit einem Zweigansatz. V. 4,2/1.*

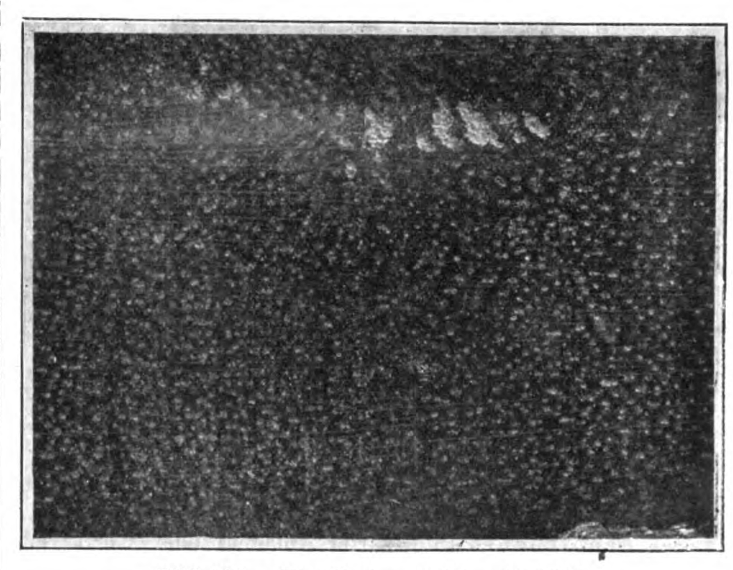


Bild 44 b. *Einzelheiten zu 44 a. V. 6,5/1.*

Da nach den Vereinigten Staaten besonders viel Quebracho eingeführt wird, hat der staatliche Forstdienst eine kleine Belehrung darüber herausgegeben, wie echtes gerbsäurereiches Quebracho von den minderwertigeren Sorten und von Verfälschungen zu unterscheiden ist. Dieses Schriftchen enthält gute Abbildungen, ich habe es aber leider erst nach Schluß dieses Heftes erhalten als Zirkular 202 des U. S. Forest Service 1912, Preis 1 M.

[75]) Vgl. „Eisenbahn u. Industrie" 1913, 6/8, S. 63, wo Th. Wolff einige: „Exotische Hölzer und ihre Verwendung in der Technik" beschreibt.

[76]) C. Wehmer: Die Pflanzenstoffe, Jena 1911, gibt wohl die umfassendste Aufzählung mit kurzer Beschreibung der chemischen Bestandteile der Phanerogamen, d. h. Blüten- oder Samenpflanzen. Dort wird auch (S. 620) auf die vielen Verwechselungen nicht bloß bei Holzhändlern, sondern sogar bei Botanikern hingewiesen.

Anmerkung: Nach Wilhelm (in Krais a. a. O.[5]), S. 700) ist auch das in Kamerun wachsende hellfleischrote Wuláholz (Coula edulis) dem Quebracho verwandt.

Von weiteren ringporigen Laubhölzern werden heutzutage nur wenige mehr als Bauholz verwendet. Die meisten einheimischen sind so begehrt bei Tischlern, Drechslern, Wagnern zu Möbeln und Werkzeuganfertigung, daß sie als Bauholz zu teuer geworden sind und daher nur kurz erwähnt werden sollen. Ausführlicher seien nur zwei einbürgerungfähige und -würdige, auch immer stärkere Verwertung zu Bauholz findende Bäume, nämlich Schotendorn und Hickory besprochen.

6. Der Schotendorn = Robinie = Robinia pseudoacacia L. wird bei uns heute meist fälschlich als Akazie (Lagatsche) bezeichnet; man müßte zum wenigsten falsche oder weiße Akazie sagen; da dies jedoch

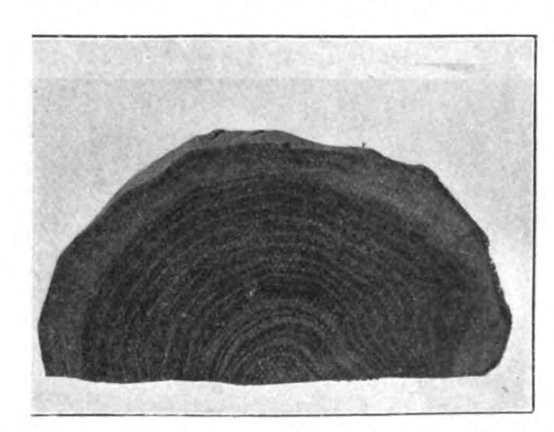


Bild 45 a. *Schotendorn = Robinie, 25 cm ∅. V. 1/4,3.*



Bild 45 b. *Schotendorn. V. 3/4.*

unbequem und für die Wertschätzung irreführend ist, empfiehlt sich Schotendorn (Stuttgarter Anlagen) oder Robinie. Der Baum stammt aus Nordamerika, wurde 1601 von Robin in Paris eingeführt, in Deutschland erst 1763, und zwar zunächst nur als Zierbaum; sein Holzwert wurde trotz Burgdorfs und Wangenheims Fürsprache [vgl. Booth[65]) S. 89] lange Zeit nicht genügend geschätzt. Noch in meiner Bauführerzeit 1872/75 diente er beim Bahnbau nur zur Befestigung der Böschungen unfruchtbarer Mergeleinschnitte, in die kurze Stecklinge eingedrückt wurden, die sich schnell bestockten und bei ihrer Anspruchlosigkeit und Raschwüchsigkeit bald ein undurchdringliches Gestrüpp bildeten, das wegen der am Grunde jeden Blattstiels sich findenden je zwei scharfen Stacheln bei den Bahnwärtern sogar als Brennholz unbeliebt war, bei stärkerem Wuchse

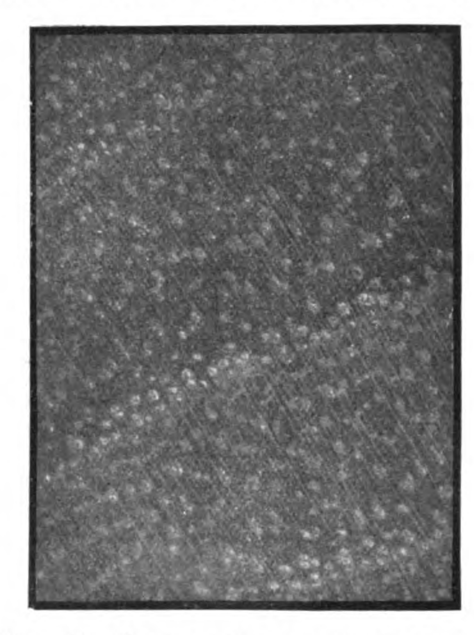


Bild 45 c. *Einzelheiten zu 45 b, ohne Blasfläche. V. 6,5/1.*



Bild 45 d. *Rechte obere Ecke von 45 b. V. 6,5/1.*



Bild 45 e. *Hirnschnitt des verkrüppelten Schotendorns, Bild 57 mit Ringfäule.*

auch bald zu weit in das Bahnprofil hineinreichte, durch die Funken der Lokomotive dann leicht entzündet wurde und daher abgeschlagen werden mußte, nachdem es seinen

Dienst getan, d. h. die Böschung entsprechend gelockert und gedüngt hatte, um sie begrasen zu können. Von gewerblicher Benutzung des Holzes hörte ich in Schwaben damals wenig. Erst später lernte ich diesen Prachtbaum der Ziergärten Hannovers näher kennen, der in seinem mächtigen knorrigen Wuchs der Eiche nicht nachsteht und auch nach Erreichen einer gewissen Höhe keine Stacheln mehr austreibt, dagegen ein sehr festes, dauerhaftes und ziemlich hartes Holz liefert, mit schmalem hellgelben Splint (nur 2—5 Jahrringe breit) und hell- bis dunkelbraunem Kern mit mächtig breiten Jahrringen und Ringporen, die aber durch dünnwandige Füllzellen verstopft sind; daher ergab sich bei Bild 45 b unter dem Sandstrahlgebläse, trotz der einbezogenen zwei breiten Splintringe, nur 0,09 g Abnutzung, bei 4 cm ⌀ und 12 % Feuchtigkeit. Bild 45 a zeigt den halben Hirnschnitt einer gesunden Robinie. Bild 45 b einen Ausschnitt hieraus mit Blasfläche, Bild 45 c und d die $6\frac{1}{2}$fache Vergrößerung zweier Jahrringe, die erkennen läßt, daß neben den Frühjahrringporen auch noch zerstreute Poren im Spätholz auftreten. Bild 45 e endlich zeigt den Hirnschnitt eines in dichtem Gestrüpp nur kümmerlich gediehenen und daher schon ringfauligen Stammes, auf den wir beim Drehwuchs noch zu sprechen kommen. Das Raumgewicht r_t beträgt im Mittel = 0,77 (Grenzen 0,58 bis 0,85), das Holz spaltet sich schwer aber schön, nur die Zähigkeit [77]) soll zu wünschen lassen (?). Für Geräte, Drechsler- und Wagnerarbeiten, z. B. zu Radspeichen, wird das Holz schon länger hochgeschätzt, in Weinbaugegenden werden fünfjährige Pflanzen bereits als Rebpfähle benutzt; vierzigjährige Bäume liefern das trefflichste Grubenholz; in Amerika wird es auch zu Bahnschwellen und Schuhnägeln verwendet und heißt dort Black-Locust. Es dürfte überall, wo die Eiche wegen zu mageren Bodens schlecht gedeiht, einen guten und besonders raschwüchsigen Ersatz des Eichenholzes liefern, was in Ungarn bereits ausgenutzt wird. Dort ist nach Booth S. 65 sogar zwanzigjähriger Umtrieb auf den ehemaligen öden Sandflächen eingeführt; Booth findet es unbegreiflich, daß man deutsche Oedstellen nicht damit aufforstet. Der Akazienbohrer, ein Insekt, das ganze Wälder verwüstete, soll angeblich in Nordamerika den Anbau verleidet haben, läßt sich aber bei uns hoffentlich ebenso abhalten wie bei den großen Anpflanzungen der Pennsylv. R. Rd. seit 1902 (vgl. Eng. news 1908, I, S. 523). In den Steppen Südrußlands ist es der einzige zur Aufforstung taugliche, gegenwärtig daher viel angepflanzte Baum. Wie trefflich würde er unserm Riesenbedarf an Grubenholz, zu dem er den weitaus besten Baustoff liefern soll, zugute kommen! — Verwandte Eigenschaften hat der Christusdorn = Gleditschia, der aber nicht so schnellwüchsig ist.

6 a) Die echte Akazie (Acacia) ist ein Baum oder Strauch der warmen Zone; eine westindische Akazie (Acacia formosa) kommt auch unter dem falschen Namen Sabicu auf unseren Markt, ist ebenso dauerhaft wie Robinie, von dunkelkastanienbrauner Farbe, liefert schöne Maserstücke und wird oft als Rosen- und Jakarandaholz, auch Pferdefleischmahagoni, an den Mann gebracht. Weitere Bezugquellen für Kunsttischlerholz s. Laris a. a. O.[5]), S. 93; hier seien nur noch erwähnt einige australische Akazienarten, das Veilchenholz = Acacia homalophilla für Drechsler, das Schwarzholz = Acacia melanoxylon in Neusüdwales und Tasmanien, dunkelbraun und zu Furnieren [78]) zerschnitten massenhaft im Handel, für Bauholz zu schwach und zu teuer, da der Baum früh gefällt wird. Hierher gehört auch das gewöhnlich zu den Eisenhölzern zählende Mulgaholz, das zu Waffen und Bumerangs dient. In Mexiko soll die Akazie auch Bauholz liefern. Wehmer [76]) zählt 79 Akazienarten auf. Das Gummiarabicum wird aus Akazienarten gewonnen.

7. Die Ulme oder Rüster ähnelt im Holze der Robinie und war früher als Bauholz sehr geschätzt (Glockenstuhl des Iwan Weliki in Moskau), besonders die Feldulme oder Korkrüster = ulmus campestris oder suberosa, deren Holz der Robinie insofern überlegen scheint, als es auch sehr zähe ist. Es trocknet sehr langsam und schwindet dabei um 12 %; heute ist die Feldulme für Werkholz, Gewehrschäfte und Wagenbau so gesucht und teuer, daß sie als Bauholz selten mehr in Betracht kommt. Bild 46 a zeigt den Hirnschnitt nach R. Hartig, zusammen mit dem der beträchtlich weniger guten Flatterrüster = ulmus effusa, die aber ihrer schönen Maserbildungen halber von Tischlern geschätzt wird. Die Bergrüster = ulmus montana steht in der Mitte zwischen beiden. Im Trocknen verwendet ist das Holz sehr dauerhaft und wird vom Wurmfraß nicht befallen.

Gegen Wind und Wetter soll es weniger widerstandsfähig sein, doch sind die Ansichten darüber stark widersprechend, was wohl von Wachstum, Fällzeit und Behandlung beeinflußt sein mag und weiterer Aufklärung bedarf. Bild 46 b zeigt den Frühholzporenring im Sandstrahlgebläse tief ausgehöhlt, während die Spätholzringe kräftig widerstehen, Bild 46 c die Seitenfläche *ss*.

Die Abnutzung betrug bei Bild 46 b nur 0,15 g,
" " " " " 46 c " 0,26 g,
alles auf 4 cm ⌀ umgerechnet (2 at Druck und 2 min Blaszeit).

8. Die Esche = Fraxinus excelsior hat im Kernholz die hellbraune Farbe und zeigt im Frühholz gleich starke Porenringe wie das Eichenholz, ihr Splint ist gelblichweiß, aber breiter als bei Eiche; er umfaßt 30 bis 40 Jahrringe. Die Markstrahlen sind kaum erkennbar (Bild 47). Sehr geschätztes Werkholz, fest, schwer, hart, glänzend, zähe und biegsam; als Bauholz aber meist zu teuer (s. a. Alf. Léon über Einfluß der Feuchtigkeit auf Schlagbiegeproben von Eschenholz in Fußnote [16]) nebst Fortsetzung in Bd. II, 2, 1913 des Wiener Versuchsamtes mit Kerbproben, ferner Hatts und Baumanns Versuche). Schon bei den alten Deutschen war das Eschenholz zu Speeren und Waffen geschätzt und als „Weltesche“ in der Göttersage berühmt.

9. Hickorybaum = Carya alba. Von den Nußbaumhölzern (Juglandaceae) sind die bei uns heimischen Walnußbäume die zu den zerstreutporigen gehören,

---

[77]) Zu Festigkeitversuchen mit Robinienholz hatte ich noch keine Gelegenheit, teile daher hier die Ergebnisse von Baumann [34]) mit, die inzwischen etwas ausführlicher in „Forscherarbeiten“, Heft 131, S. 41 erschienen sind. Er spricht dort nur von Akazienholz, meint aber höchstwahrscheinlich Schotendorn, und findet sein Raumgewicht r_t = 0,86 bis 0,82

Zerreißfestigkeit bei hellgelbem Holz σ'	= 1400	bis 1843 at
" " braunem " σ'	= 1175	" 1309 "
Druckfestigkeit längs σ_l''	= 770	" 800 "
" quer im Durchmesser σ_d''	= 177	" 195 "
" " " Umfang σ_u''	= 195	" 197 "
die mittlere Elastizitätzahl E längs	=	150 000 "

also mittlere Dehnzahl δ .... $\frac{1}{150\,000}$

im einzelnen wechselten die Dehnzahlen für

Zug von .... $\frac{1}{89\,000}$ bis $\frac{1}{128\,000}$

die mittlere Dehnzahl für Druck betrug $\frac{1}{173\,000}$

die mittlere Dehnzahl für Biegung...... $\frac{1}{150\,000}$

Der Arbeitverbrauch zum Durchschlagen eines Quadratstabes von 2 cm Seite und 25 cm Stützweite beträgt 1,1 bis 1,5 mkg/cm². Die hellgelbe Sorte ist vermutlich Splint-, die braune Kernholz. Demnach wäre der Splint zugfester als der Kern. Die Schlagprobe ist fast so günstig wie bei Hickory und beträchtlich günstiger als bei Eiche, Esche und Tanne, daher obiges Fragezeichen betreffs Zähigkeit berechtigt.

[78]) Die sog. Furniere, d. h. dünne mit besonderer Maschine vom Stamme abgeschälte Holzscheiben edlerer Hölzer, die auf gut stehendes einheimisches Holz aufgeleimt werden, spielen heute im Tischlergewerbe eine große Rolle. Es sei verwiesen auf die in Buchform zu beziehende „Holzfurnier-Sammlung“, herausgegeben von der A.-G. Vereinigte Holz-Industrie Frankenthal (Pfalz). Preis 4,50 M.

zu wertvoll, um als Bauholz zu dienen; wir besprechen daher nur die nordamerikanischen Carya-Arten, deren es zwar sehr viele gibt, von denen aber der weiße Hickorybaum besonders geschätzt ist und auf gutem Boden ein sehr festes, hartes, dichtes und derbfaseriges, dabei außerordentlich zähes und elastisches, dauerhaftes und schwerspaltendes Holz liefert, das für alle Werkzeuge, wo

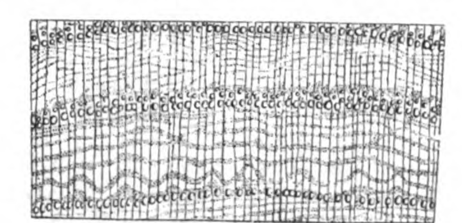


Bild 46 a. *Ulme oder Rüster nach R. Hartig*[18]. *V. 3/1.*
Oben: Feldulme oder Korkrüster = ulmus suberosa (campestris).
Unten: Weiße Ulme oder Flatterrüster = ulmus effusa.



Bild 46 b. *Feldulme. Hirnschnitt. V. 5/7.*

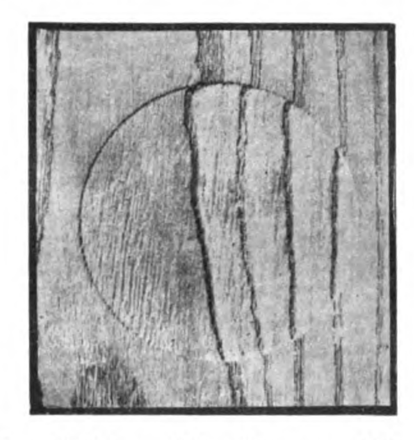


Bild 46 c. *Feldulme. Seitenfläche s s zu 46 b. V. 5/7.*

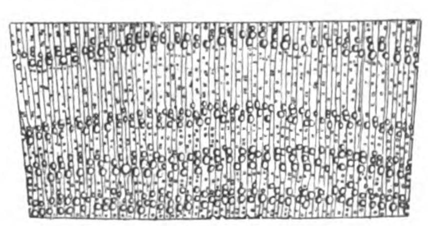


Bild 47. *Esche = Fraxinus excelsior nach R. Hartig*[18]. *V. 3/1.*

früher Esche und Hainbuche in Betracht kamen, einen willkommenen Ersatz liefert, neuerdings aber auch zu Futterklötzen für das Rammen von Eisenbetonpfählen stark begehrt ist. Bild 48 a zeigt die geringe Abnutzung durch das Sandstrahlgebläse (nur 0,05 g bei $n = 14\ {}^0/_0$ Feuchtigkeitgehalt und 5,12 cm ⌀ der Gebläsfläche); auf 4 cm ⌀ umgerechnet, gibt dies also nur 0,03 g, wovon der

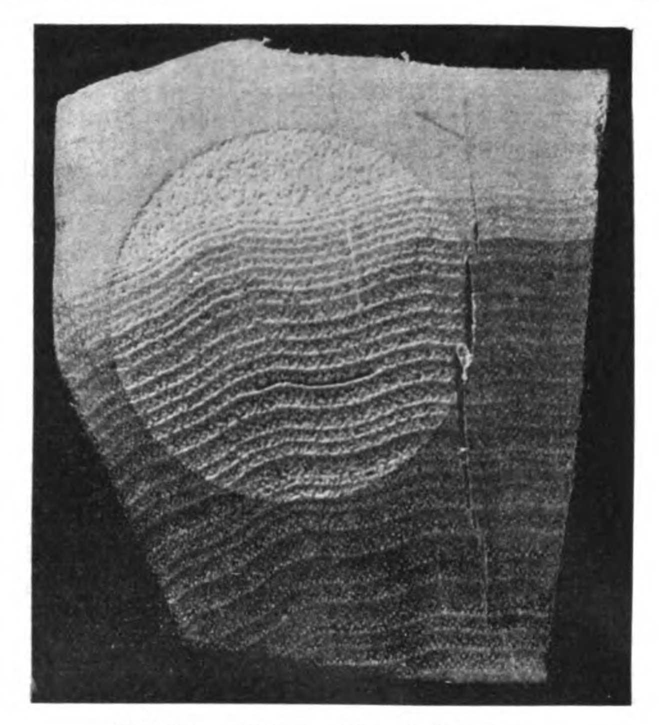


Bild 48 a. *Hickory. Hirnschnitt. V. 0,96.*

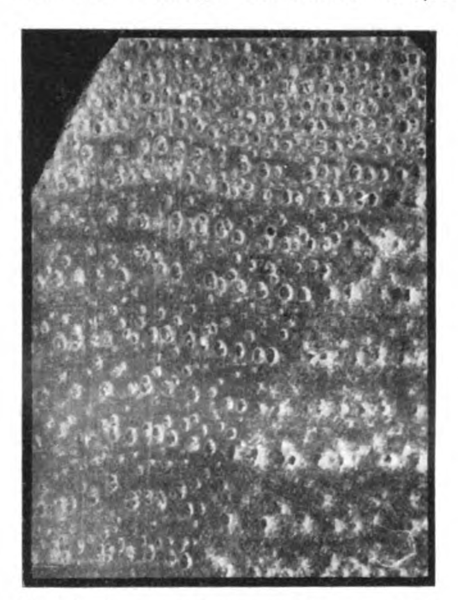


Bild 48 b. *Ausschnitt aus 48 a. V. 6,5/1.*

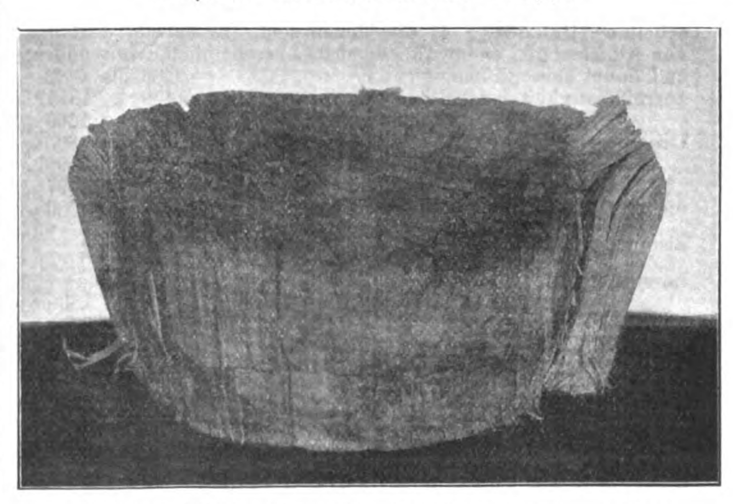


Bild 48 c. *Hickory-Rammklotz (als Futter für einen schwer einzutreibenden Eisenbetonpfahl benutzt).*
Abmessungen: 36 cm ⌀ und 31 cm Höhe; durch Rammen und Trocknen eingeschrumpft auf 34 cm ⌀ und 25 cm Höhe.

größere Teil auf den Splint entfällt, trotzdem dieser weniger als ein Drittel der gesamten Blasfläche einnimmt. Bild 48b zeigt einen Ausschnitt aus 48a, Bild 48c endlich die Wirkung des Rammens auf einen Hickory-Futterklotz beim Schlagen der Eisenbetonpfähle für den neuen Wasserturm zu Hannover, wobei der zähe Zusammenhang der Fasern deutlich hervortritt. Die mittleren Teile, die vom Rammbär unmittelbar getroffen wurden, waren nachher völlig verkohlt.

Man hat den Hickorybaum seit 1880 auch bei uns anzupflanzen versucht, erst neuerdings mit größerem Erfolg. Er wächst hauptsächlich an den großen Seen und im Alleghany bis nördlich zum Lorenzstrom. Das beste Holz liefern die Westhänge des Alleghany, wo schöne glattschaftige und vollholzige Stämme bis zu 90, ja 120^{cm} ⌀ bei $24-30^{m}$ Höhe nicht selten sind, deren Alter aber auf 200 Jahre geschätzt wird, da sie sehr langsam wachsen[79]). In den südlichen Unionstaaten gewachsenes Hickory taugt nur zu Brennholz. Bei guten Stämmen erreicht das Trockengewicht r_t bis 0,91; der Splint ist gelblichweiß und ziemlich breit (bis 50 Jahrringe), der Kern erscheint bläulich, nach der Mitte zu dunkler. Die Ringporen sind deutlich zu sehen, besonders unter dem Sandstrahlgebläse; die Jahrringe etwas wellig, Markstrahlen fein, erst unter der Lupe kenntlich. Neben diesen guten auf trockenem Boden gewachsenen Stämmen gibt es aber auch viel minderwertige auf sumpfigem Boden gewachsene, daher porige, wenig elastische und nicht dauerhafte Ware, mit der früher Europa bedacht wurde, daher Vorsicht in Zukunft um so nötiger, als die guten Bestände immer mehr schwinden und der Nachwuchs sehr langsam ausreift (vgl. Laris[4]) S. 179). Schwindmaß groß, daher Vorsicht beim Austrocknen; sogar das kleine Stück Bild 48a zeigt nachträglich Schwindrisse. Ringeln auf dem Stamm zu empfehlen.

II. Zerstreutporige Laubhölzer.

Das wichtigste unter unseren einheimischen zerstreutporigen Laubhölzern ist

10. die Rotbuche = fagus silvatica, die 17 % unseres gesamten Waldbestandes und 40 % unserer deutschen Laubholzbestände einnimmt, ein rötlichweißes, dichtes, hartes und schweres Holz liefert, dessen r_t je nach Standort usw. zwischen 0,68 und 0,97 wechselt, das leicht spaltbar, in gedämpftem Zustand auch leicht zu biegen (Wiener Möbel) und ganz unter Wasser sehr dauerhaft ist, daher vielfach zu Rammpfählen verwendet wird, im Trocknen aber als Stärkebaum dem Insektenfraß und bei wechselnder Feuchtigkeit der Fäulnis ausgesetzt ist, auch stark reißt.

Die letzteren drei Uebelstände haben die Rotbuche trotz ihrer sonstigen trefflichen Eigenschaften im 19. Jahrhundert als Bauholz derartig in Verruf gebracht, daß sie für Bauzwecke in manchen Gegenden ganz ausgeschlossen wurde und neben geringer Verwendung zu Werkholz hauptsächlich nur als Brennholz Benutzung fand, wozu sie sich zwar trefflich eignet, aber seit allgemeiner Einführung der Stein- und Braunkohle auch zur Zimmerofenheizung immer mehr im Werte sank.

Neuerdings ist man jedoch angesichts der großen Bestände unserer Wälder an Buchenholz bestrebt, seine guten Eigenschaften besser auszunutzen und es durch Tränkung mit fäulniswidrigen Stoffen gegen Vergänglichkeit zu schützen. Hierzu dient erstens für Möbel, Fußböden und Werkzeuge aus Buchenholz, überhaupt alle Zwecke, die Geruchlosigkeit verlangen, das Tränken mit Paraffin, das zwar behufs tieferen Eindringens meist in Benzin gelöst wird, welch letzteres sich aber nachher rasch und unschädlich verflüchtigt, — zweitens für die immer mehr sich ausdehnende Massenverwendung zu Eisenbahnschwellen und Straßenpflasterklötzen die Tränkung mit Kreosotöl oder gereinigtem Teeröl. Neuestens wird Teeröl + Paraffin empfohlen in „Sc. Am." 5. Juli 1913, S. 13. Anfänglich versuchte man die Tränkung mit den billigeren Metallsalzen, besonders Zinkchlorid, ist aber mehr und mehr davon abgekommen, weil sie durch Regen leicht ausgewaschen werden.

Nun nimmt aber gesundes Buchenholz, das ja nach S. 434 zu den Reif- oder Splintbäumen zählt, bei denen selbst die innersten Jahrringe, wenn auch in stark beschränktem Maße, an der Wasserleitung im lebenden Baume teilnehmen, bei der Tränkung sehr viel mehr Teeröl auf als andere Harthölzer, nämlich jede Schwelle 28 bis 36 Liter gegen nur 8 bis 10 bei Kiefern- und 11 bis 15 bei Eichenholz und deshalb scheute man anfänglich die hohen Kosten der Teeröltränkung. Dies erklärt die noch heute bei manchen Eisenbahnverwaltungen herrschende Abneigung gegen Buchenholzschwellen, trotz der guten Erfahrungen, welche bei der französischen Ostbahn schon vor 1870 gemacht worden sind, und von den Reichseisenbahnen, die viele Buchenschwellen im Elsaß vorfanden, nur bestätigt werden konnten. Sie sind auch die Vorkämpfer für Einführung der Buchenschwellen in Deutschland geworden, besonders Geh. Baurat Schneidt,[82]) der in Wort und Schrift dafür eintrat.

Durch die Einführung von Rüpings Sparverfahren[80]) ist mittlerweile der Bedarf auf die Hälfte herabgedrückt worden, man braucht nur noch 16 Liter, ohne die Schutzwirkung zu beeinträchtigen. Man hofft nach den guten Erfahrungen in Frankreich auf zwanzig- bis dreißigjährige Dauer getränkter Eisenbahnschwellen aus gutem Buchenholz bei geeigneter Anordnung der Schienenauflager (gegen nur zwei- bis fünfjährige Dauer von ungetränkten Buchenschwellen), und bei dem großen Bedarf an Schwellen erwartet man eine so gute Verwertung des Buchenholzes, daß für Länder mit großen Buchenwäldern (ganz Mitteleuropa) der massenhafte und teure bisherige Bezug ausländischer Schwellen beträchtlich eingeschränkt werden kann und die Buchwaldwirtschaft bedeutend lohnender als bisher zu werden verspricht, wenn noch folgenden zwei Mängeln des Buchenholzes begegnet wird, die die bisherige Abneigung mancher Eisenbahnverwaltungen verstärkten, nämlich 1. das leichte Aufspalten und 2. die Ansteckgefahr, der gesunde Schwellen auf dem Stapel durch eingeschmuggelte Schwellen mit faulem Kern ausgesetzt sind. Diese zwei Punkte seien daher kurz besprochen.

Die Neigung zum Aufspalten rührt her von dem großen Wassergehalt (über 40 %) des grünen Holzes, der

---

[79]) Auch von Hickory fehlen mir eigene Festigkeitversuche, so daß ich mich wie bei Robinie[77]) darauf beschränke, die Zahlen von Baumann mitzuteilen. Er fand $r_t = 0{,}75$ bis 0,80.

Dehnzahlen für Zug $\frac{1}{165\,000}$ bis $\frac{1}{206\,000}$

„ „ Druck $\frac{1}{182\,000}$

„ „ Biegung $\frac{1}{145\,000}$

Zerreißfestigkeit $\sigma_t' = 1843$ bis 2198^{at}

Druckfestigkeit längs $\sigma_l'' = 609$ „ 667 „

„ im Durchmesser $\sigma_d'' = 153$ „ 267 „

„ „ Umfang $\sigma_u'' = 188$ „ 270 „

Der Arbeitverbrauch beim Durchschlagen war $1{,}1 - 1{,}9\ ^{mkg}/_{cm^2}$ bei gleichen Abmessungen wie Robinie[77]). Baumann sagt aber: Hickory = weißer nordamerikanischer Walnußbaum = juglans alba, was nach obigem nicht stimmen dürfte. An derselben Unbestimmtheit leidet auch seine zum Vergleich herangezogene „Akazie" und „Tanne verschiedener Herkunft" (s. Fußnote [61]).

[80]) Unter den zahlreichen Veröffentlichungen über Buchenholz und Buchenschwellentränkung ist wohl eine der ausführlichsten und zurzeit vollständigsten die des rumänischen Ingenieurs Samitca: La Conservation des traverses en hêtre par l'imprégnation économique et spécialement par le procédé. Rüping, Paris 1911. Er gibt seine Quellen gewissenhaft an. Wir nennen von den neueren besonders Tuzson: Untersuchungen über Zersetzung des Rotbuchenholzes, Berlin 1905.

bei schlechter Stapelung zum einseitigen Austrocknen an den Hirnenden Anlaß gibt, was zu bedenklichen Luftrissen führt. Man sucht dies zu verhindern entweder mittels Einschlagens ∞ förmiger Klammern ins Hirnholz, deren Form neuerdings wesentlich verbessert, bzw. durch Rüpings Z förmige Klammern ersetzt wird, oder mittelst Bestreichen der Hirnflächen mit „Schutzanstrichen gegen Luftrisse“ [81]), die billig sind und gut wirken, aber den Nachteil haben, daß das Hirnholz verdeckt wird (sie dürfen also erst aufgebracht werden, nachdem die Gesundheit des Holzes am Hirnschnitt nachgeprüft ist und sie verlangsamen das gesamte Austrocknen sehr stark). Als drittes Schutzmittel empfiehlt Schwappach das Liegenlassen der im Sommer gefällten Stämme in der Laubkrone, was nach S. 445 die Verdunstung sehr fördert, aber bei Buchen ganz besonders sorgfältige Lagerung verlangt, um Pilzbefall zu vermeiden. Ich selbst möchte zur Einführung des oberen Ringelns im Frühjahr vor dem beabsichtigten Fällen raten (vgl. S. 443), wodurch zugleich die zur Fäulnis neigenden Säfte dem Holze sicherer entzogen werden, als durch das Liegenlassen in der Krone. Meydenbauer empfiehlt statt dessen das schon früher geübte sechs- bis achtwöchige Flößen der Buche oder deren Einlegen in fließendes Wasser, wodurch die Nährstoffe für Pilze und Insekten ausgelaugt und dann sehr dauerhafte Bauhölzer erzielt werden, wie alte Erfahrungen aus dem Eichsfelde bestätigen sollen. Geflößtes Holz trocknet bekanntlich auch rascher aus als grünes. Ob es aber sicher vor dem Aufreißen ist, erscheint fraglich, ebenso ob bei rotem Kern ein genügendes Auswaschen erzielt wird.

Der falsche Kern der Rotbuche. Während gesunde, äußerlich unbeschädigte Buchenstämme an frischgefällten Hirnenden eine rötlichweiße Farbe haben, die im Innern wegen des geringeren Feuchtigkeitsgehaltes eher heller ist als am Umfang, zeigen sehr viele Buchen im Innern Flecken von stärkerer Rötung (roter Kern) oder gar braungraue Flecke (sogenannten faulen Kern) an Stellen, die nicht immer in der Achse des Stammes, sondern oft seitlich liegen und unregelmäßige eckige Formen annehmen. Die Verfärbungen rühren von äußeren Verletzungen des Stammes her, sei es durch Frostrisse oder unvorsichtiges Abbrechen von Aesten, die teils durch Menschenhände, häufiger aber durch Anstreifen an Nachbarbäume bei Windschwankungen bewirkt werden. Wenn man diese Verletzungen nicht schleunigst durch Verstreichen schützt, so dringen dort Pilze ein, die durch die Astwunde bis zum Stamm vordringen und dort Ansätze von Fäulnis erzeugen, die sich durch graubraune Färbung (oft mit schwarzen Rändern) kenntlich macht. An der Luft greift diese Fäulnis rasch um sich, und zerstört den ganzen Stamm, greift auch auf benachbart lagernde Hölzer über. Zwar wehrt sich der lebende Baum gegen weiteres Umsichgreifen der Fäulnis, indem die bereits eingedrungenen Pilze zur Bildung von Holzgummi anregen, der aus den Nährzellen sackartig in die Gefäße eindringt und sie allmählich verstopft, d. h. Füllzellen (Thyllen) bildet, die die Pilze umhüllen und am Weiterwachsen verhindern. Solche verstopfte Gefäße sind dann stark rötlich gefärbt, so daß sie sich oft schroff gegen das benachbarte pilzfreie Holz abheben; bei Verwendung im Trockenen sind solche rote Kerne nicht zu beanstanden, würden aber im Freien allmählich in die faulende braune Farbe übergehen, wenn sie nicht mit fäulniswidrigen Flüssigkeiten umgeben und so vor Pilzbefall geschützt würden. Bild 49 a zeigt das Vordringen des roten Kerns in einem Buchenstamm als Umhüllung der zwei graubraunen pilzbefallenen faulen Kernstellen a, die von zwei abgebrochenen Aesten ausgehen, aber an gefährlicher Weiterentwickelung durch Luftabsperrung, d. h. roten Kern verhindert sind. Die Erfahrung hat gezeigt, daß das Ausschneiden des grauen Kerns und das Tränken unter Hochdruck genügt, um Eisenbahnschwellen mit rotem Kern anwenden zu dürfen, wofern letzterer ganz im Innern oder wenigstens im unteren Teil der Schwelle liegt und nicht mehr als 25 % (früher 10 %) der ganzen Querschnittfläche einnimmt. Bild 49 b zeigt die heute bei der preußischen Bahnverwaltung noch als zulässig erachteten Rotkerne [82]), falls sie fest und frischfarbig sind, während tiefbraune oder graue Kerne bereits in Zersetzung begriffen und von der Verwendung ausgeschlossen sind. Da diese graue Kernfärbung manchmal geringe örtliche Ausdehnung hat, wird sie oft erst beim Zerschneiden des Stammes wahrgenommen. Um unnütze Arbeit zu ersparen, oder sich vor Ankauf unbrauchbarer Stämme zu schützen, empfiehlt sich das Absuchen des gefällten Stammes nach äußeren älteren Verletzungen, Astlöchern u. dgl. sowie die Prüfung durchs Ohr, vgl. S. 94. Erfahrungsgemäß dämpfen nämlich frischrote Kerne den Schall nicht sehr, wohl aber graubraune und unzulässige Faulstellen, die sich manchmal im Innern roter

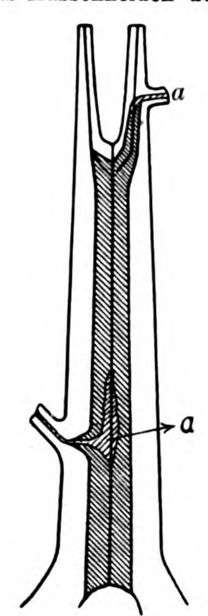


Bild 49 a. *Roter (▨) und grauer (▨) Kern der Buche.*

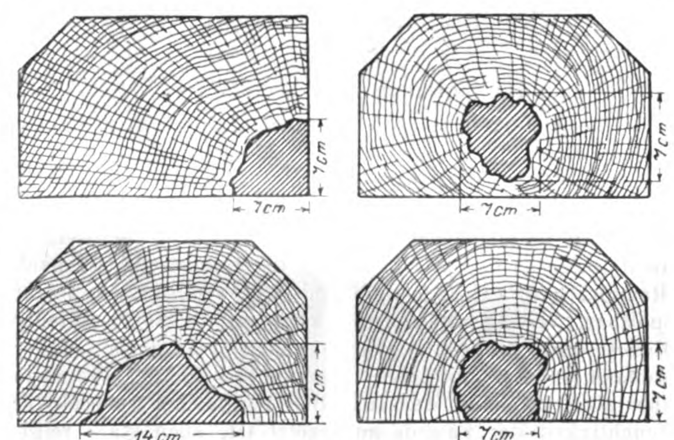


Bild 49 b. *Zulässige Ausdehnung der roten Kerne bei den Buchenschwellen der preußischen Eisenbahnverwaltung.*

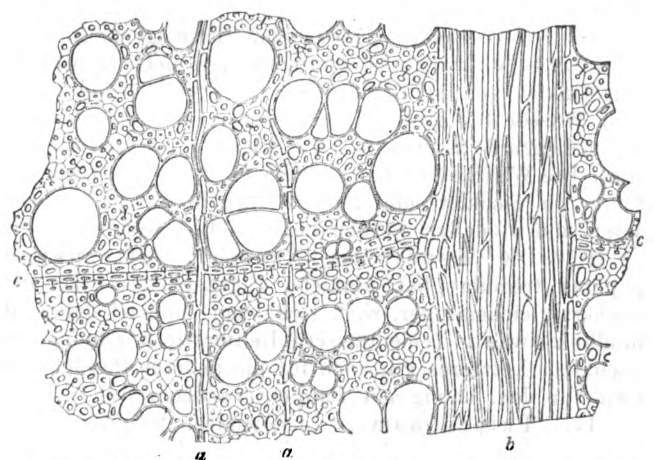
[81]) Schwappach empfiehlt in „Z. f. Forst u. Jagdwesen“ 1910, S. 427, den Anstrich der „Rheinischen Holzverwertung, A.-G.“ zu Rheinau bei Mannheim. Ich selbst habe trefflichen Schutz gegen Aufreißen erzielt mit der Anstrichmasse gegen Luftrisse von Daniel Lörach, Mülhausen i. Els.

[82]) Die Bilder 49 a und b sind entnommen aus dem Vortrag von Schneidt über Beschaffung und Verwendung buchener Schwellen in Glasers Annalen 1910 I., S. 88. Samitca [80]) hat diese Bilder gleichfalls benutzt und zum Teil ergänzt.

Kerne befinden. Man hat früher bei der preußischen Eisenbahnverwaltung auch die roten Kerne von der Verwendung zu Schwellen ausgeschlossen und das war für ungetränkte Schwellen auch geboten, ist aber seit Einführung der Rüpingschen Spartränkung jetzt glücklicherweise überflüssig geworden, denn sonst wären nicht viele Buchenstämme verwendbar. Kommt doch der rote Kern so häufig vor, daß Schwappach, der zu Vorversuchen über die Verwendbarkeit von Buchenschwellen 70 Stück aus den Oberförstereien Chorin und Freienwalde beziehen wollte, sich schließlich mit 35 völlig kernfreien Schwellen begnügen und 35 Stück, die nur 10 % Kernfläche zeigten, zulassen mußte, da er sonst gar zu viele Stämme hätte verwerfen müssen.

Samitca [80]) verlangt für die rumänischen Staatsbahnen mit Recht ein Zusammenwirken der Staatsforstverwaltung und der Eisenbahnverwaltung, ein möglichst rasches Entfernen der Stämme aus dem Walde (er vergißt dabei nur das Austrocknen durch vorhergehendes Ringeln, sowie das Bestreichen mit Falcks Dinitrophenolnatrium vgl. S. 446) und richtige Stapelung auf trockenen Plätzen (gemäß den preußischen Vorschriften hierüber) bis zum Trocknen unter peinlichem Ausschluß pilzbefallener Stücke. Die Pariser Straßenbauverwaltung kauft schon längere Zeit ihre Stämme im Walde und besorgt deren Fällen, Nachbehandlung usw. selbst, vgl. Petsche, „Le bois" [89]), S. 405, wobei allerdings die Buche zu kurz kommt.

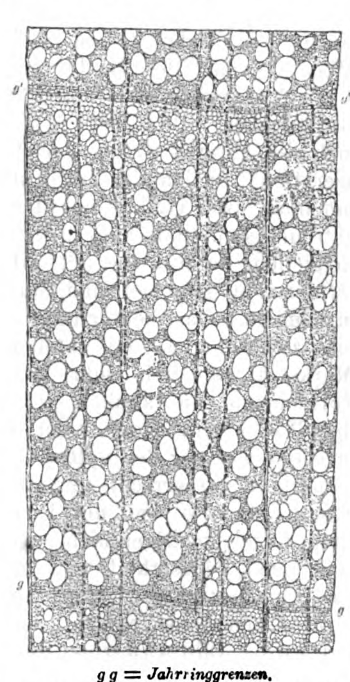
Man sieht, daß eine sorgfältigere Erziehung unserer Buchenwälder erforderlich ist, mit Verschmieren von Astwunden und anderen Verletzungen des Stammes, besser künstliches Aesten und Wiedereinführen des Frühjahrringelns vor dem Fällen [83]). Alsdann wird das Buchenholz wieder zu Ehren kommen und eine bedeutend bessere Verwendung als im 19. Jahrhundert ermöglicht werden, insbesondere wird es für den Riesenbedarf an Eisenbahnschwellen, zu dem sich die gutgetränkte Buche — auch bei rotem Kern — vorzüglich eignet, verwertbar gemacht werden können. Das erfordert natürlich eine etwas teuere Waldpflege, die sich aber reichlich lohnt und auf die wir bei der Forderung der Astreinheit noch zurückkommen werden. Preis getränkter Buchenschwellen nur 5,80 M.



aa = schmale Markstrahlen; b = breiter Markstrahl; cc = Jahrringgrenze; die dickwandigen, eckigen und englichtigen Zellen sind Stützzellen; die ebenso großen, aber weitlichtigen Zellen sind Nähr- oder Leitzellen. Unterhalb cc Spätholz des älteren, oberhalb cc Frühholz des nächsten Jahrringes.

Bild 18. *Querschnitt durch Rotbuchenholz. V. 100/1, nach R. Hartig.*

Wie vorzüglich sich gesundes und rissefrei getrocknetes Buchenholz für alle möglichen Bau- und Werkzeugzwecke eignet, geht aus der nachstehenden Beschreibung seines Kleingefüges und den daraus sich ergebenden Eigenschaften unmittelbar hervor: Die Buche gehört, wie schon gesagt, zu den zerstreutporigen Hölzern, d. h. ihre Gefäße liegen nicht wie bei den ringporigen



gg = Jahrringgrenzen.

Bild 49 c. *Jahrringausschnitt aus Rotbuche. V. 40/1.*

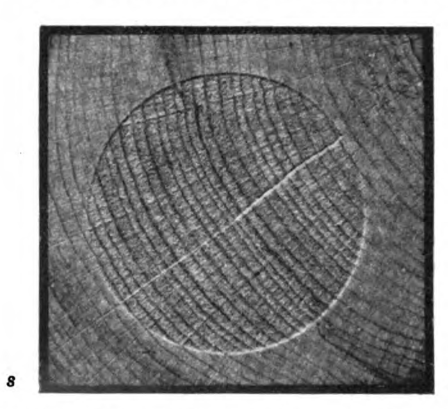


Bild 49 d. *Hirnschnitt durch Rotbuche mit rotem Kern. V. 5/7.*

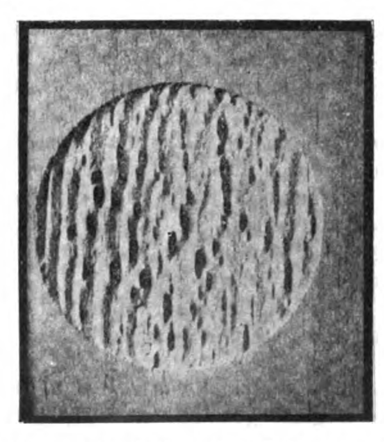


Bild 49 e. *Seitenfläche ss zu Bild 49 d. V. 5/7.*

hauptsächlich im Frühholzring, sondern sind über den ganzen Jahrring zerstreut, wenn sie auch im Spätholz meist etwas enger werden, wie schon Bild 18, S. 429 in V. 100/1 zeigte, das hier wiederholt sei; in Bild 49 c ist ein Jahrringausschnitt in V. 40/1 aus H. und W. II., S. 3, dargestellt; die geringere Weite der Buchengefäße (0,016

[83]) Wolfram in seinem damals maßgebenden Lehrbuch der Baukunst Bd. I. 1833, S. 158 empfiehlt bei Buchen das Schälen des Stammes ein Jahr vor dem Fällen oder vier- bis sechswöchiges Auslaugen nach dem Fällen, scheint aber damit nicht durchgedrungen zu sein.

bis 0,08 ^{mm}) gegenüber denen der Eiche erhellt daraus, daß letztere im Frühholzring Gefäße von 0,2 bis 0,5 ^{mm} ⌀ besitzt, im Spätholz allerdings nur wenige engere von 0,02 bis 0,12 ^{mm} ⌀. Dafür sind aber die Gefäße der Buche ziemlich gleichmäßig über den ganzen Jahrring verteilt[84]) ihre oberen und unteren Enden zeigen je ein weites Loch, weshalb die Wasserleitung der Buche viel rascher vor sich geht, als z. B. bei der Erle mit ihren sieb- oder rostförmigen Gefäßenden. Bild 19, S. 430 zeigt diese Gefäße und auch die übrigen Zellen der Rotbuche, durch Auslaugen (Mazeration) voneinander getrennt. Aus Bild 18 erhellt, daß manchmal zwei Gefäße nur durch eine dünne Scheidewand getrennt sind, daß außerdem die Gefäße nur mit wenigen Leitzellen, dafür aber mit zahlreichen meist dickwandigen Stützzellen umgeben sind, daß trotzdem die Jahrringgrenzen ziemlich scharf hervortreten und daß neben vielen ein- bis zweireihigen, mit bloßem Auge nicht erkennbaren Markstrahlen auch sehr breite vielreihige Markstrahlen vorkommen, die ähnlich wie bei der Eiche dem Sandstrahlgebläse kräftig widerstehen, aber doch nicht so stark hervortreten wie bei der milden Eiche, weil bei Bild 49 d das Spätholz vorherrscht und auch nirgend so weite Poren vorkommen wie bei der Eiche. Das Holz der Buche ist daher gleichmäßiger dicht, wenn auch seine Gefäße insgesamt mehr Flüssigkeit aufsaugen[85]) als bei der Eiche; seine Querfestigkeit ist größer, daher auch seine Eignung für Eisenbahnschwellen, sobald es gegen Faulen geschützt wird. Bild 49 d zeigt auch den welligen Verlauf der Jahrringgrenzen und die teilweise Färbung, z. B. an der mit Bleistift nachgezogenen zackigen Begrenzung des roten Kerns (rechts), dessen Gefäße verstopft und daher weniger deutlich zu erkennen sind als in den übrigen Holzteilen. Bei Bild 49 e heben die roten Kernflächen sich als dunklere Streifen deutlich ab. Die Abnutzung im Sandstrahlgebläse betrug für Bild 49 d bei 2 st 2 ^{min} lang auf 4 ^{cm} ⌀ nur 0,11 gr, für Bild 49 e: 0,65 gr.

Wir haben die Rotbuche etwas ausführlicher behandelt, als es gewöhnlich geschieht, wegen ihres Vorherrschens im deutschen Laubwald und der Güte ihres Holzes, die noch zu wenig gewürdigt wird, bei richtiger Waldpflege aber zu steigender Verwendung führen muß, wenn erst ihre Schutzbehandlung gegen Fäulnis nach dem neueren billigeren Verfahren richtig durchgeführt wird. Dann werden die Stimmen, die eine Verringerung unseres Buchenbestandes empfehlen, mehr und mehr verstummen und dieser schönste unserer Waldbäume wieder zu Ehren kommen. Ist er doch unseren Vorfahren neben der Eiche, Linde und Esche der geschätzteste Baum gewesen, aus seiner Rinde wurden Buchenstäbchen geschnitten, in die weissagende Runen eingeritzt wurden, woraus unsere Wörter „Buchstabe“ und „Buch“ abgeleitet sind. Seinen Wert als Bauholz wußten unsere Altvordern besser zu schätzen, und seine Dauer durch Ringeln und Flößen zu erhöhen, was im 19. Jahrhundert ganz in Vergessenheit geriet. Ueber die Festigkeitzahlen, die ja sehr stark vom Wassergehalt abhängen, soll später im Zusammenhang mit denen anderer Hölzer berichtet werden.

11. Die **Weißbuche** oder Hainbuche = Carpinus betulus L., das schwerste und festeste unserer einheimischen Hölzer, daher zu Werkzeug- und Maschinenteilen, z. B. Radkämmen, geschätzt, aber nur ganz im Wasser oder ganz im Trocknen dauerhaft, letzterenfalls freilich Wurmfraßgefahr. Die Tischlerhobel werden fast ausschließlich aus Hainbuchenholz hergestellt und es galt früher als Zeichen des Fleißes, wenn der Hobel keine Wurmlöcher zeigte, d. h. möglichst viel in Bewegung war. Als Bauholz ist es seiner geringen Wetterbeständigkeit wegen selten verwendet. Ob durch Ringeln, Flößen u. dgl. das Befallen durch Holzwürmer verhindert und die Dauer erhöht werden kann, ist noch zu untersuchen.

12. Das **Platanenholz** gleicht fast in jeder Hinsicht dem der Rotbuche, hat aber nicht so scharfe Jahrringgrenzen. Die kräftigen Markstrahlen stehen enger und nehmen fast ein Drittel der Hirnholzfläche ein (gegen etwa ein Zehntel bei der Rotbuche). Das Holz wird für noch wertvoller als das der Rotbuche gehalten, seine Dauer könnte wohl durch entsprechende Behandlung ebenfalls verlängert werden. Als Waldbaum fehlt die Platane bei uns, wird aber zu Baumreihen an Wegen und als mächtiger Zierbaum in Gärten viel gepflanzt; jedenfalls verdient sie mehr Beachtung als bisher. Den botanischen Namen Plátănus (occidentalis), bei dem die zweite Silbe fast tonlos ist, haben sich die Arbeiter in unseren botanischen Gärten zum Teil als „Blattnuß“ mundgerecht gemacht.

13. **Birke, Linde, Wallnuß, Roßkastanie** und die **Obstbaumhölzer** finden keine Verwendung zu Bauholz, seien daher hier übergangen und nur erwähnt, daß Birkenrinde ein Oel enthält, das pilztötend wirkt, weshalb im Mittelalter die Balkenköpfe mit Birkenrinde eingepackt wurden. Jetzt gewinnt man daraus das **Birkenrindenöl**, das als Schutzanstrich für Balken in Rußland seit langem mit Erfolg verwendet wird.

14. **Ahorn** = acer. Der alte Name ist **Flader.**[20]) Die zahlreichen einheimischen Ahornarten sind als Tischler- und Drechslerholz geschätzt, gelten aber als zu vergänglich für Bauholz. Neuerdings wird der amerikanische **Zuckerahorn** (acer saccharinum) zu Riemenfußböden in Fabriken, Werkstätten und Rollschuhbahnen viel verwendet; er soll geringe Abnutzung zeigen und wenig Wasser aufnehmen; letzteres fand ich an einer hiesigen Probe **nicht** bestätigt.

15. **Erle** oder **Eller** auch Else genannt. Die **Schwarzeller** = alnus glutinosa ist bei wechselnder Feuchtigkeit von sehr geringer, im Trocknen oder ganz unter Wasser von großer Dauer, daher zu Röhrenleitungen und manchen Wasserbauten wie auch zu Geräten viel benutzt. Die **Weißeller** hat ähnliches aber minderwertigeres Holz. Zu Tischler- und Drechslerarbeiten, auch zu Furnieren und Modellen werden beide viel verwendet.

16. Die **Espe** oder **Aspe** = **Zitterpappel** (populus tremula) hat ähnliche Eigenschaften, ist aber weicher, gleichmäßiger, wirft sich wenig und ist daher als Blindholz sowie zu Zementfässern, Reißbrettern, Zündhölzern geschätzt. Letzteres gilt auch für die anderen Pappelarten, sowie für den, häufig mit Pappeln verwechselten:

17. **Tulpenbaum** = Liriodendron tulipifera, auch White-wood genannt, oder amerikanische Pappel = yellow poplar. Als besseres Blindholz oder Absperrfurnier massenhaft bei uns eingeführt, hat es zu Streitfragen über White-wood Anlaß gegeben, vgl. Krais[5]), S. 481, 721 und 725. Als Garten- und Parkschmuck ist der Tulpenbaum auch bei uns beliebt und gut gedeihend.

18. Von den Weidenarten wird die **Sahlweide** = Salix caprea zu Holznägeln und Faschinenbauten geschätzt, sonst wenig. Weiden- und Pappelhölzer gehören zu den leichtesten unter den einheimischen Holzarten; $r' = 0{,}4$ bis 0,5. Zum Schutz von Bachufern oft angepflanzt.

Fortsetzung folgt.

---

[84]) In den älteren Auflagen von Schmeil[27]) ist die Verteilung der Gefäße viel ungleichmäßiger, sich mehr den ringporigen Hölzern nähernd, dargestellt, was nur ausnahmsweise vorkommt und daher in den neueren Auflagen weggelassen ist.

[85]) Das Aufsaugevermögen gesunden Buchenholzes (ohne falschen Kern) ist größer als das von Eiche und Kiefer, unsere Prismenproben von $3^1/_2 \times 3^1/_2 \times 7$ ^{cm}, die 1 ^{cm} tief in Wasser gestellt wurden, hatten aufgesaugt

	Buche	Eiche	Kiefer	Fichte
nach 16 Tagen	3,50	2,75	2,29	5,1 Gramm
„ 1/2 Jahr	35,8	21,8	31,8	45,2 „

d. h. nur die Fichte saugte mehr Wasser an als die Buche.

Veränderungen statisch unbestimmter eiserner Dachbinder in statisch bestimmte und neue graphische Berechnungen zur Spannungsermittelung.

Von Dr.-Ing. Martin Gsell, Architekt (Karlsruhe).

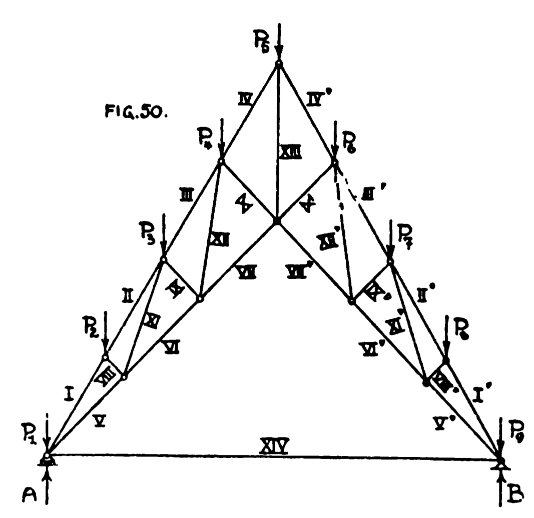
(Fortsetzung und Schluß.)

Aufgabe 4, Fig. 50.

n Knoten = 14, $2n$ Gleichungen = 28, 26 Stäbe und 3 Auflagerdrucke = 29 Unbekannte, wenn alle Stäbe gleichwertig sind.

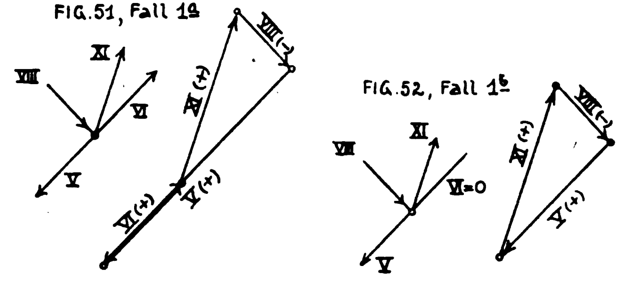
Die Spannungen in den Füllungsstäben VIII, VIII', IX, IX', X, X', XI, XI', XII, XII' liegen außerhalb der statischen Unbestimmtheit, d. h. sie sind statisch bestimmt.*)

Die Spannungen in den anderen Stäben lassen sich jedoch nicht ohne weiteres finden.



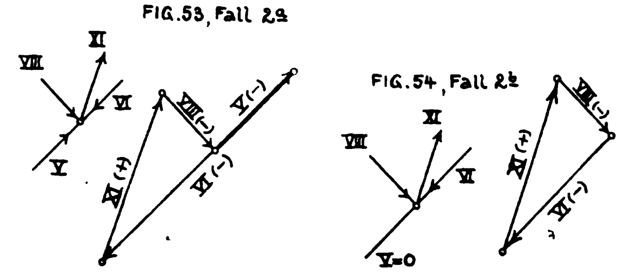
a) Senkrechte Vollbelastung. Diese Aufgabe ist in der Berechnung genau wie die erste anzugreifen, denn die erste ist das Grundgerippe zu der vorliegenden, und letztere unterscheidet sich von jener nur durch die Einfügung einer Schar von Füllungsstäben VIII, XI, IX, XII, VIII', XI', IX', XII' zwischen Ober- und Mittelgurte.

Die Gegenkräfte gegen die Firstlast P_5 können eindeutig bestimmt werden, wenn man, ähnlich wie dies bei Aufgabe 1 geschah, die Mittelstäbe VII und VII' als Stangen anlegt. Zug in XIII kann als direkte Gegenkraft gegen P_5 überhaupt nicht auftreten, Druck kann ebenfalls nicht wirken, weil die Stangen VII und VII' gegen einen Druck in XIII keinen Gegendruck leisten können, siehe die diesbezüglichen Erklärungen zu Aufgabe 1. Also bleiben als direkte Gegenkräfte gegen P_5 nur Druckspannungen in Obergurt: IV (—) und IV' (—) übrig. Diese sind die einzig möglichen Gegenkräfte gegen P_5.



P_1 und P_9 haben keinen Einfluß auf die Stabspannungen. Gegen P_2 kommen nur I (—) und VIII (—), gegen P_8 nur I' (—) und VIII' (—) als Gegenkräfte in Betracht, siehe den gleichen Fall bei Aufgabe 1. Stab VIII, der gegen P_2 drücken soll, muß sich zu diesem Zweck gegen den Mittelgurt anstemmen. Zur Uebernahme von Gegenkräften stehen hier die Stäbe V, VI, XI zur Verfügung.

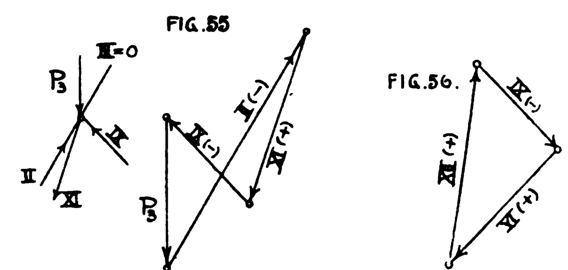
Gegenkräfte gegen VIII (—). Fall 1a, Fig. 51: Das gedachte VI (+) löst sich in dem gedachten V (+) auf, so daß nur die Differenz beider Spannungen in Stab V in Wirkung bleibt. Aus Fall 1a wird Fall 1b, Fig. 52. Fall 2a, Fig. 53: Das gedachte V (—) löst sich in dem gedachten VI (—) auf, nur die Differenz beider bleibt in VI bestehen. Aus Fall 2a wird Fall 2b, Fig. 54.



Zwischen den Kräfteübertragungen nach Fall 1b und 2b muß entschieden werden.

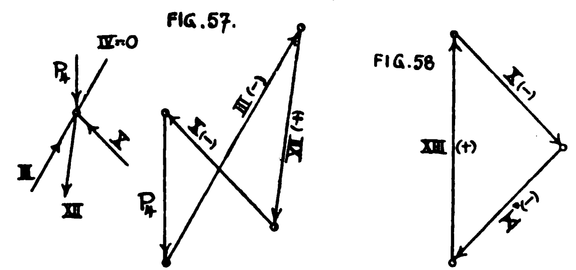
Lösung: Wenn die Mittelgurtstäbe VII und VII' Stangen sind, dann können sie den gedachten Druck aus VI und VI', Fig. 54, Fall 2b, nicht übernehmen, daher scheidet Fall 2b aus und die in Fall 1b gezeichneten Gegenkräfte gegen VIII (—), nämlich V (+) und XI (+), sind die einzig möglichen.

Die Zugspannung in XI (von VIII (—) bzw. P_2 aus) hängt sich an den Knoten bei P_3. Als Gegenkräfte gegen diesen Zug und gegen P_3 selbst stehen nur II (—) und IX (—) zur Verfügung, siehe Fig. 55. Der Ueberschneidungspunkt bildet die Grenze des Einflusses der Last P_3 auf II und IX und der Zugspannung XI (+) auf II und IX. In II sowohl wie in IX vereinigen sich also je zwei Druckspannungen gegen diesen Knoten.



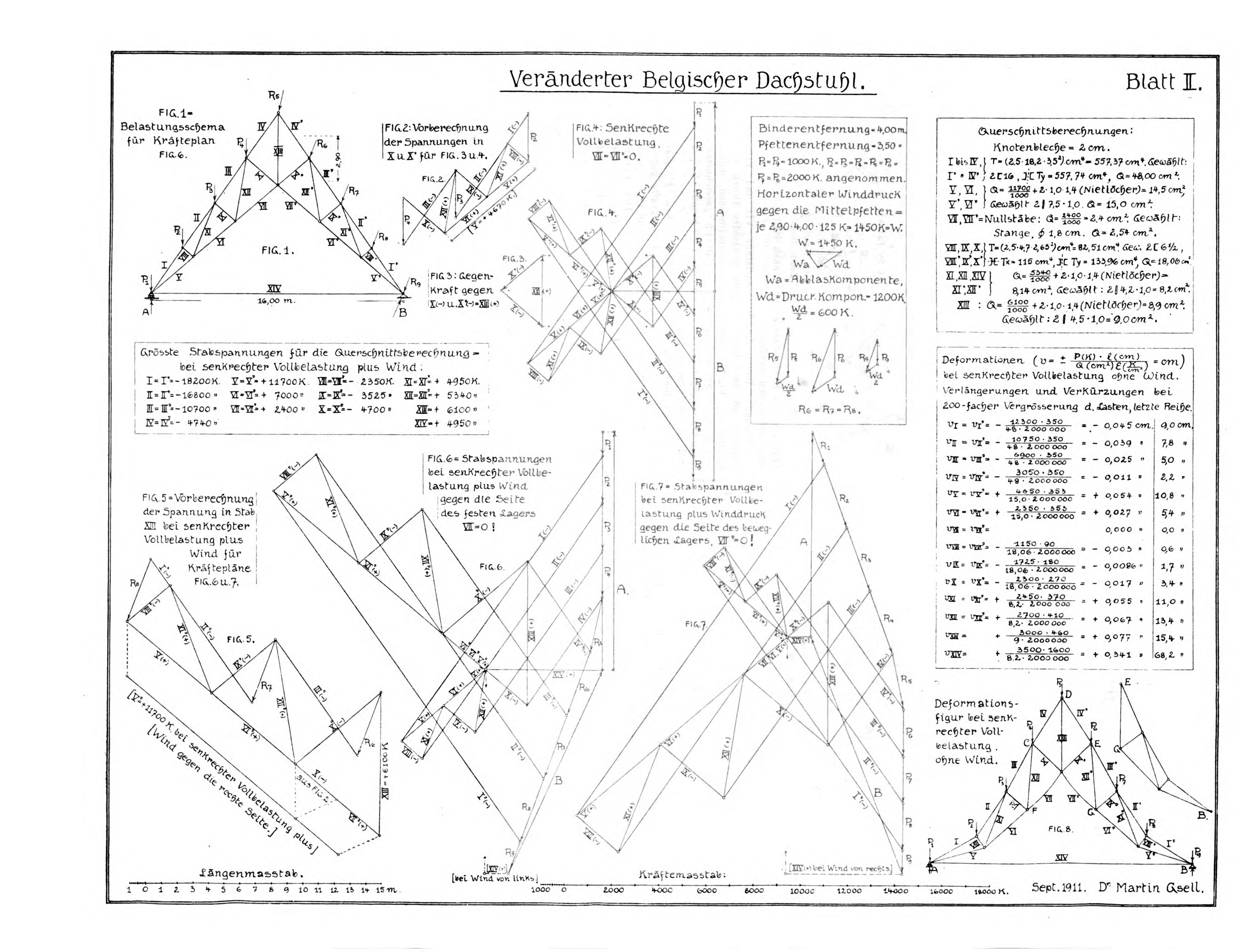
Der Druck in IX verlangt am unteren Ende Gegenkräfte. Diese können, da Stange VII nicht drücken kann, nur VI (+) und XII (+) sein, siehe Fig. 56 und die Erklärungen über die Gegenkräfte gegen VIII (—).

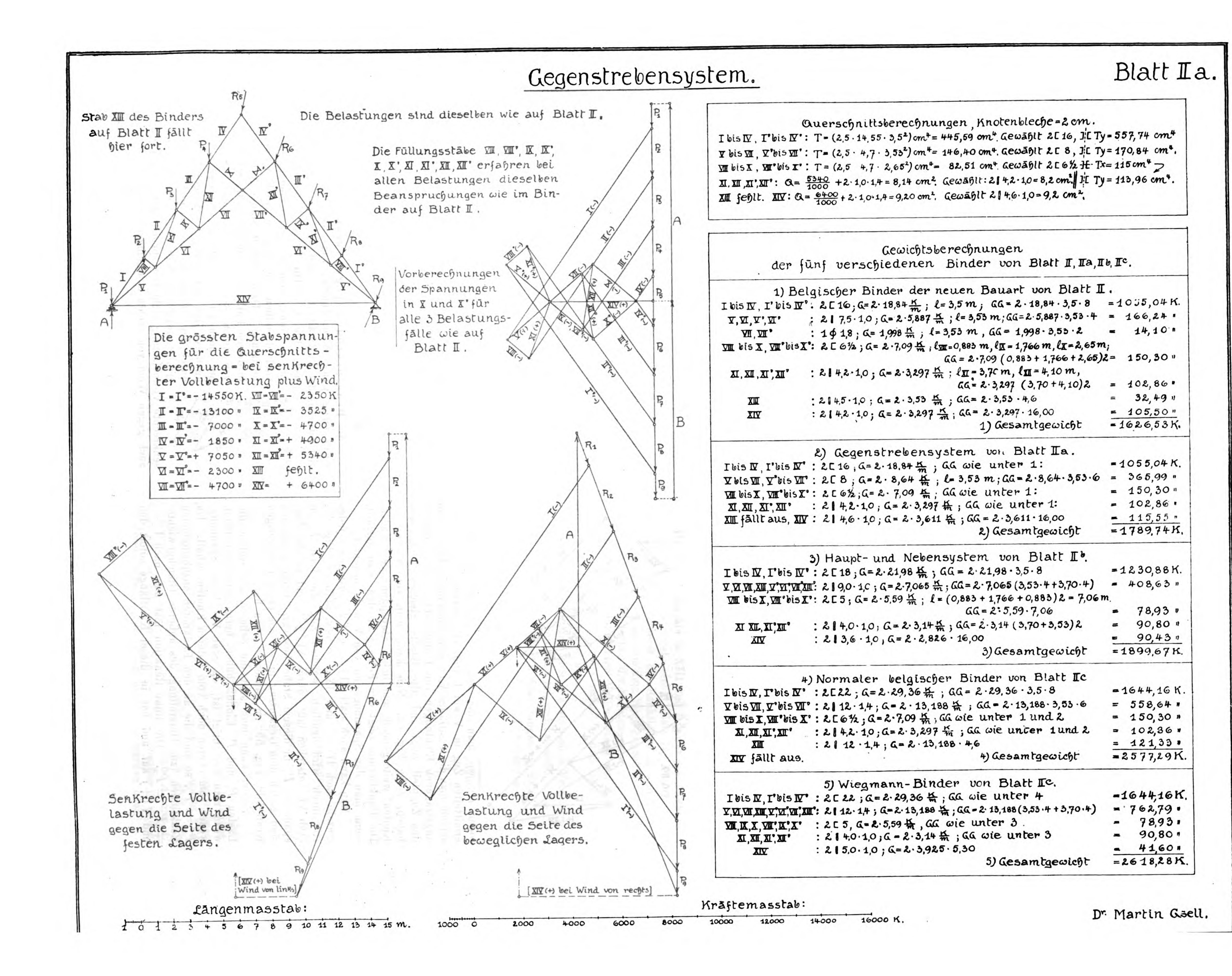
Erstes wichtigstes Resultat: Stange VII erhält vom unteren Knoten keine Spannung, ebenso Stange VII'.



Der Zug in XII hängt sich an den Knoten bei P_4 und als Gegenkräfte gegen diesen sowie gegen die Pfettenlast P_4 treten III (—) und X' (—) auf, Fig. 57.

*) In Aufgabe 1 sind statisch bestimmt: V und V', in Aufgabe 2: V und V', in Aufgabe 3: II und II'.


Veränderter Belgischer Dachstuhl.
Blatt II.
FIG. 1 = Belastungsschema für Kräfteplan FIG. 6.
FIG. 1.
16,00 m.
2,90
FIG. 2: Vorberechnung der Spannungen in X u. X' für FIG. 3 u. 4.
FIG. 2.
FIG. 3: Gegenkraft gegen X(–) u. X'(–) = XIII (+)
FIG. 3.
FIG. 4: Senkrechte Vollbelastung, VII = VII' = 0.
FIG. 4.
Binderentfernung = 4,00 m.
Pfettenentfernung = 3,50 "
P1 = P9 = 1000 K., P2 = P3 = P4 = P5 = P6 = P7 = P8 = 2000 K. angenommen.
Horizontaler Winddruck gegen die Mittelpfetten = je 2,90 · 4,00 · 125 K = 1450 K = W.
W = 1450 K.
Wa = Abblaskomponente,
Wd = Druck Kompon. = 1200 K.
Wd/2 = 600 K.
R6 = R7 = R8.
Querschnittsberechnungen:
Knotenbleche = 2 cm.
I bis IV, I' " IV' } T = (2,5 · 18,2 · 3,5²) cm⁴ = 557,37 cm⁴. Gewählt: 2 [16,][Ty = 557,74 cm⁴, Q = 48,00 cm².
V, VI, V', VI' } Q = 11700/1000 + 2 · 1,0 · 1,4 (Nietlöcher) = 14,5 cm²; Gewählt 2 | 7,5 · 1,0. Q = 15,0 cm².
VII, VII' = Nullstäbe: Q = 2400/1000 = 2,4 cm². Gewählt: Stange, ø 1,8 cm. Q = 2,54 cm².
VIII, IX, X, VIII', IX', X' } T = (2,5 · 4,7 · 2,65²) cm⁴ = 82,51 cm⁴. Gew. 2 [6½,][Tx = 115 cm⁴,][Ty = 133,96 cm⁴, Q = 18,06 cm².
XI, XII, XIV, XI', XII' } Q = 5340/1000 + 2 · 1,0 · 1,4 (Nietlöcher) = 8,14 cm². Gewählt: 2 | 4,2 · 1,0 = 8,2 cm².
XIII : Q = 6100/1000 + 2 · 1,0 · 1,4 (Nietlöcher) = 8,9 cm². Gewählt: 2 | 4,5 · 1,0 = 9,0 cm².
Grösste Stabspannungen für die Querschnittsberechnung = bei senkrechter Vollbelastung plus Wind:
I = I' = – 18200 K. V = V' = + 11700 K. VIII = VIII' = – 2350 K. XI = XI' = + 4950 K.
II = II' = – 16800 " VI = VI' = + 7000 " IX = IX' = – 3525 " XII = XII' = + 5340 "
III = III' = – 10700 " VII = VII' = + 2400 " X = X' = – 4700 " XIII = + 6100 "
IV = IV' = – 4740 " XIV = + 4950 "
Deformationen (v = ± P(K) · l(cm) / Q(cm²) E(K/cm²) = cm) bei senkrechter Vollbelastung ohne Wind.
Verlängerungen und Verkürzungen bei 200-facher Vergrösserung d. Lasten, letzte Reihe.
vI = vI' = – 12300 · 350 / 48 · 2000000 = – 0,045 cm. 9,0 cm.
vII = vII' = – 10750 · 350 / 48 · 2000000 = – 0,039 " 7,8 "
vIII = vIII' = – 6900 · 350 / 48 · 2000000 = – 0,025 " 5,0 "
vIV = vIV' = – 3050 · 350 / 48 · 2000000 = – 0,011 " 2,2 "
vV = vV' = + 4650 · 353 / 15,0 · 2000000 = + 0,054 " 10,8 "
vVI = vVI' = + 2350 · 353 / 15,0 · 2000000 = + 0,027 " 5,4 "
vVII = vVII' = 0,000 " 0,0 "
vVIII = vVIII' = – 1150 · 90 / 18,06 · 2000000 = – 0,003 " 0,6 "
vIX = vIX' = – 1725 · 180 / 18,06 · 2000000 = – 0,0086 " 1,7 "
vX = vX' = – 2300 · 270 / 18,06 · 2000000 = – 0,017 " 3,4 "
vXI = vXI' = + 2450 · 370 / 8,2 · 2000000 = + 0,055 " 11,0 "
vXII = vXII' = + 2700 · 410 / 8,2 · 2000000 = + 0,067 " 13,4 "
vXIII = + 3000 · 460 / 9 · 2000000 = + 0,077 " 15,4 "
vXIV = + 3500 · 1600 / 8,2 · 2000000 = + 0,341 " 68,2 "
FIG. 5 = Vorberechnung der Spannung in Stab XIII bei senkrechter Vollbelastung plus Wind für Kräftepläne FIG. 6 u. 7.
FIG. 5.
aus FIG. 2.
XIII = +6100 K
[V' = +11700 K. bei senkrechter Vollbelastung plus Wind gegen die rechte Seite.]
FIG. 6 = Stabspannungen bei senkrechter Vollbelastung plus Wind gegen die Seite des festen Lagers VII = 0!
FIG. 6.
[XIV (+) bei Wind von links]
FIG. 7 = Stabspannungen bei senkrechter Vollbelastung plus Winddruck gegen die Seite des beweglichen Lagers, VII' = 0!
FIG. 7.
[XIV (+) bei Wind von rechts]
Deformationsfigur bei senkrechter Vollbelastung, ohne Wind.
FIG. 8.
Längenmasstab.
1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 m.
Kräftemasstab:
1000 0 2000 4000 6000 8000 10000 12000 14000 16000 18000 K.
Sept. 1911. Dr. Martin Gsell.


Gegenstrebensystem.
Blatt IIa.
Stab XIII des Binders auf Blatt II fällt hier fort.
Die Belastungen sind dieselben wie auf Blatt II.
Die Füllungsstäbe VII, VII', IX, IX', X, X', XI, XI', XII, XII' erfahren bei allen Belastungen dieselben Beanspruchungen wie im Binder auf Blatt II.
Vorberechnungen der Spannungen in X und X' für alle 3 Belastungsfälle wie auf Blatt II.
Die grössten Stabspannungen für die Querschnittsberechnung = bei senkrechter Vollbelastung plus Wind.
I = I' = - 14550 K. VII = VII' = - 2350 K
II = II' = - 13100 " IX = IX' = - 3525 "
III = III' = - 7000 " X = X' = - 4700 "
IV = IV' = - 1850 " XI = XI' = + 4900 "
V = V' = + 7050 " XII = XII' = + 5340 "
VI = VI' = - 2300 " XIII fehlt.
VIII = VIII' = - 4700 " XIV = + 6400 "
Senkrechte Vollbelastung und Wind gegen die Seite des festen Lagers.
Senkrechte Vollbelastung und Wind gegen die Seite des beweglichen Lagers.
[XIV (+) bei Wind von links]
[XIV (+) bei Wind von rechts]
Längenmasstab:
15 m.
Kräftemasstab:
16000 K.
Querschnittsberechnungen, Knotenbleche = 2 cm.
I bis IV, I' bis IV': T = (2,5 · 14,55 · 3,5²) cm⁴ = 445,59 cm⁴. Gewählt 2 [16,][Ty = 557,74 cm⁴
V bis VI, V' bis VI': T = (2,5 · 4,7 · 3,53²) cm⁴ = 146,40 cm⁴. Gewählt 2 [8,][Ty = 170,84 cm⁴.
VIII bis X, VIII' bis X': T = (2,5 · 4,7 · 2,65²) cm⁴ = 82,51 cm⁴. Gewählt 2 [6½][Tx = 115 cm⁴ >
XI, XII, XI', XII': Q = 5340/1000 + 2 · 1,0 · 1,4 = 8,14 cm². Gewählt: 2 | 4,2 · 1,0 = 8,2 cm².][Ty = 113,96 cm⁴.
XIII fehlt. XIV: Q = 6400/1000 + 2 · 1,0 · 1,4 = 9,20 cm². Gewählt 2 | 4,6 · 1,0 = 9,2 cm².
Gewichtsberechnungen der fünf verschiedenen Binder von Blatt II, IIa, IIb, IIc.
1) Belgischer Binder der neuen Bauart von Blatt II.
I bis IV, I' bis IV': 2 [16; G = 2 · 18,84 K/m; l = 3,5 m; GG = 2 · 18,84 · 3,5 · 8 = 1055,04 K.
V, VI, V', VI': 2 | 7,5 · 1,0; G = 2 · 5,887 K/m; l = 3,53 m; GG = 2 · 5,887 · 3,53 · 4 = 166,24 "
VII, VII': 1 φ 1,8; G = 1,998 K/m; l = 3,53 m, GG = 1,998 · 3,53 · 2 = 14,10 "
VIII bis X, VIII' bis X': 2 [6½; G = 2 · 7,09 K/m; lVIII = 0,883 m, lIX = 1,766 m, lX = 2,65 m; GG = 2 · 7,09 (0,883 + 1,766 + 2,65) 2 = 150,30 "
XI, XII, XI', XII': 2 | 4,2 · 1,0; G = 2 · 3,297 K/m; lXI = 3,70 m, lXII = 4,10 m, GG = 2 · 3,297 (3,70 + 4,10) 2 = 102,86 "
XIII: 2 | 4,5 · 1,0; G = 2 · 3,53 K/m; GG = 2 · 3,53 · 4,6 = 32,49 "
XIV: 2 | 4,2 · 1,0; G = 2 · 3,297 K/m; GG = 2 · 3,297 · 16,00 = 105,50 "
1) Gesamtgewicht = 1626,53 K.
2) Gegenstrebensystem von Blatt IIa.
I bis IV, I' bis IV': 2 [16; G = 2 · 18,84 K/m; GG wie unter 1: = 1055,04 K.
V bis VII, V' bis VII': 2 [8; G = 2 · 8,64 K/m; l = 3,53 m; GG = 2 · 8,64 · 3,53 · 6 = 365,99 "
VIII bis X, VIII' bis X': 2 [6½; G = 2 · 7,09 K/m; GG wie unter 1: = 150,30 "
XI, XII, XI', XII': 2 | 4,2 · 1,0; G = 2 · 3,297 K/m; GG wie unter 1: = 102,86 "
XIII fällt aus, XIV: 2 | 4,6 · 1,0; G = 2 · 3,611 K/m; GG = 2 · 3,611 · 16,00 = 115,55 "
2) Gesamtgewicht = 1789,74 K.
3) Haupt- und Nebensystem von Blatt IIb.
I bis IV, I' bis IV': 2 [18; G = 2 · 21,98 K/m; GG = 2 · 21,98 · 3,5 · 8 = 1230,88 K.
V, VI, VII, XIII, V', VI', VII', XIII': 2 | 9,0 · 1,0; G = 2 · 7,065 K/m; GG = 2 · 7,065 (3,53 · 4 + 3,70 · 4) = 408,63 "
VIII bis X, VIII' bis X': 2 [5; G = 2 · 5,59 K/m; l = (0,883 + 1,766 + 0,883) 2 = 7,06 m. GG = 2 · 5,59 · 7,06 = 78,93 "
XI, XII, XI', XII': 2 | 4,0 · 1,0; G = 2 · 3,14 K/m; GG = 2 · 3,14 (3,70 + 3,53) 2 = 90,80 "
XIV: 2 | 3,6 · 1,0, G = 2 · 2,826 · 16,00 = 90,43 "
3) Gesamtgewicht = 1899,67 K.
4) Normaler belgischer Binder von Blatt IIc
I bis IV, I' bis IV': 2 [22; G = 2 · 29,36 K/m; GG = 2 · 29,36 · 3,5 · 8 = 1644,16 K.
V bis VII, V' bis VII': 2 | 12 · 1,4; G = 2 · 13,188 K/m; GG = 2 · 13,188 · 3,53 · 6 = 558,64 "
VIII bis X, VIII' bis X': 2 [6½; G = 2 · 7,09 K/m, GG wie unter 1 und 2 = 150,30 "
XI, XII, XI', XII': 2 | 4,2 · 1,0; G = 2 · 3,297 K/m; GG wie unter 1 und 2 = 102,86 "
XIII: 2 | 12 · 1,4; G = 2 · 13,188 · 4,6 = 121,33 "
XIV fällt aus.
4) Gesamtgewicht = 2577,29 K.
5) Wiegmann-Binder von Blatt IIc.
I bis IV, I' bis IV': 2 [22; G = 2 · 29,36 K/m; GG wie unter 4 = 1644,16 K.
V, VI, VII, XIII, V', VI', VII', XIII': 2 | 12 · 1,4; G = 2 · 13,188 K/m; GG = 2 · 13,188 (3,53 · 4 + 3,70 · 4) = 762,79 "
VIII, IX, X, VIII', IX', X': 2 [5, G = 2 · 5,59 K/m, GG wie unter 3 = 78,93 "
XI, XII, XI', XII': 2 | 4,0 · 1,0; G = 2 · 3,14 K/m; GG wie unter 3 = 90,80 "
XIV: 2 | 5,0 · 1,0; G = 2 · 3,925 · 5,30 = 41,60 "
5) Gesamtgewicht = 2618,28 K.
Dr. Martin Gsell.

Die beiden Druckspannungen in X und X' treffen am Mittelknoten zusammen und müssen in den Stäben VII, VII', XIII Gegenkräfte bilden. Da VII und VII' Stangen sind, so findet hier dieselbe Kraftauflösung statt wie am Mittelknoten der ersten Aufgabe, d. h. gegen die beiden gleich großen Druckspannungen in X und X' wirkt XIII (+) als einzige Gegenkraft, Fig. 58.

Zweites wichtigstes Resultat: Stange VII erhält vom oberen Knoten keine Spannung, ebenso Stange VII'. Also bleiben bei vertikaler Vollbelastung ohne Wind die Stangen VII und VII' spannungslos.

Berechnung: Entweder bestimmt man auf dem angegebenen Wege die Zugspannung in XIII, d. h. man löst

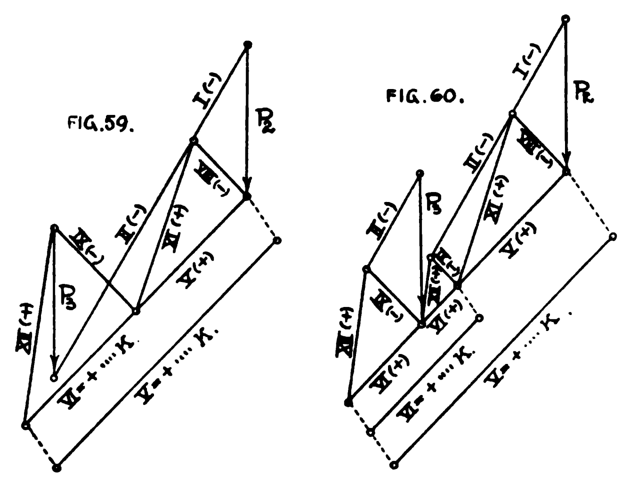
P_2	nach	I (—)	und	VIII (—),
VIII (—)	„	V (+)	„	XI (+),
XI (+) und P_3	„	II (—)	„	IX (—),
IX (—)	„	VI (+)	„	XII (+),
XII (+) und P_4	„	III (—)	„	X (—),
X (—) und X' (—)	„	XIII (+)		

und beginnt die Zeichnung des Gesamtkräfteplanes am First mit XIII (+) und P_5 als Angriffskräften gegen IV und IV', siehe Fig. 2, 3, 4 auf Blatt II Seite 12.

Oder man löst

P_2	nach	I (—)	und	VIII (—),
VIII (—)	„	V (+)	„	XI (+),
XI (+) und P_3	„	II (—)	„	IX (—),
IX (—)	„	VI (+)	„	XII (+),

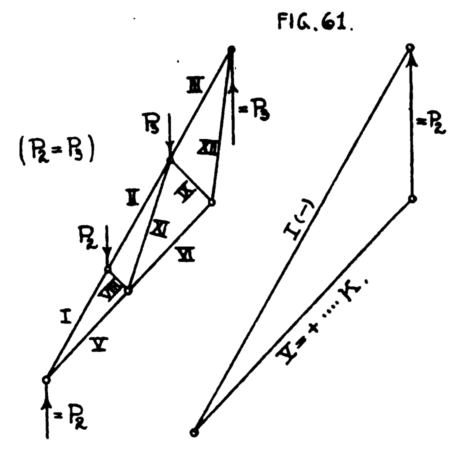
addiert dann VI (+) und V (+), siehe Fig. 59, welche Summe die Gesamtspannung in V ist, und beginnt die Zeichnung des Gesamtkräfteplanes am Lagerknoten A



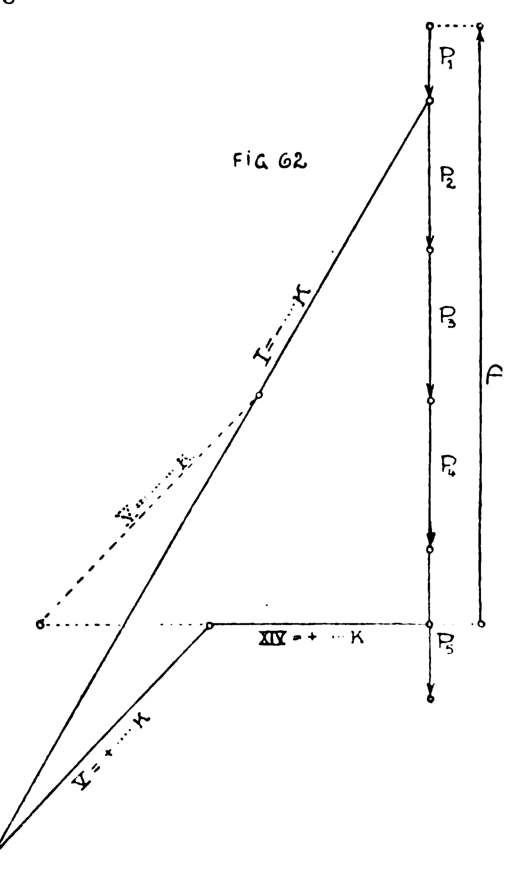
(oder B), wo man die bekannte Reaktion A und den ermittelten Zug in V auf I und XIV wirken läßt. Dabei schiebt man die Kraftlänge V (+) zwischen die im Kräfteplan angetragenen Richtungen von I und XIV so ein, daß V den Zugpfeil zeigt und alle Kräfte gleichen Umlaufsinn haben, siehe Fig. 62. Nun kann man von Knoten zu Knoten weitergehend sämtliche Stabspannungen finden. Die Punktierung zeigt den Fehler, in den man verfällt, wenn man den Spannungssinn von V nicht beachtet.

Man kann auch statt XI (+) und P_3 zusammen, jedes einzeln nach II (—) und IX (—) usw. auflösen, Fig. 60. Hierdurch wird deutlich, welchen Zug die Last P_2 in Stab VI entstehen läßt (durch XI (+)), und welche Zugspannung P_3 in diesem Stabe bewirkt. Beide zusammen sind gleich dem Gesamtzug in VI, wie er sich im vorigen Kräftebild, Fig. 59, im ganzen ergeben hat.

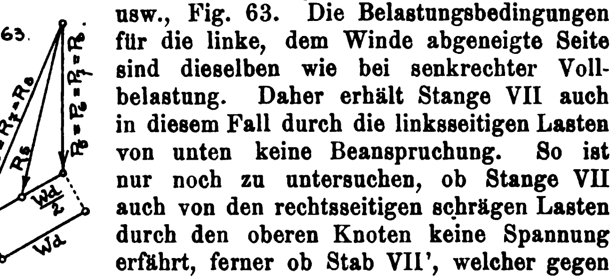
Ferner kann man sich die Scheibe, auf welche die Lasten P_2 und P_3 Einfluß haben, herausgehoben denken, wozu man berechtigt ist, da Stab VII keine Spannung, weder vom oberen noch vom unteren Knoten, erhält. Da $P_2 = P_3$, so sind die an den Endknoten anzubringenden Reaktionen (zur Herstellung des äußeren Gleichgewichts) $= P_2 = P_3$. Die linke Reaktion löst man nach I (—) und V (+) auf und hat in dieser Kraftlänge sofort den ganzen Zug, den Stab V ausüben muß, siehe Fig. 61. Diese Lösung für V ist zwar die einfachste, aber sie ist mir auch die unsympathischste, weil der Gedanke, durch den sich die Spannungslosigkeit von Stab VII ergab, hier nicht zum Ausdruck kommt, denn es ist nicht ersichtlich,



welchen Einfluß P_2 auf V und VI, welchen Einfluß P_3 auf VI und V ausüben. Ich werde eine derartige Ermittelung niemals vornehmen.



b) Beanspruchung gegen senkrechte Vollbelastung plus Winddruck, Fig. 64. R_6 = Resultierende aus der Vertikallast P_6 und dem Winddruck Wd usw., Fig. 63. Die Belastungsbedingungen für die linke, dem Winde abgeneigte Seite sind dieselben wie bei senkrechter Vollbelastung. Daher erhält Stange VII auch in diesem Fall durch die linksseitigen Lasten von unten keine Beanspruchung. So ist nur noch zu untersuchen, ob Stange VII auch von den rechtsseitigen schrägen Lasten durch den oberen Knoten keine Spannung erfährt, ferner ob Stab VII', welcher gegen senkrechte Vollbelastung nicht beansprucht wird (wie VII), auch gegen Wind von rechts spannungslos bleibt.



R_8 erzeugt die Gegenkräfte I' (—) und VIII' (—),
VIII' (—) „ „ „ V' (+) „ XI' (+),
XI' (+) und R_7 zusammen erzeugen II' (—) „ IX' (—),
IX' (—) erzeugt VI' (+) und XII' (+),
XII' (+) und R_6 zusammen erzeugen die Gegenkräfte III' (—) und X' (—), siehe Fig. 65.

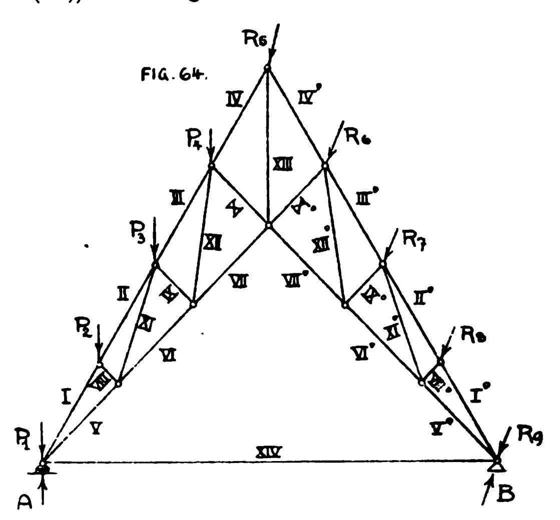


FIG. 64.

Dieser Druck in X' ist aber sehr viel größer als der Druck im Gegenstab X (von P_2, P_3, P_4 aus), siehe Fig. 57. Beide können in diesem Fall nicht durch XIII (+) allein im Gleichgewicht gehalten werden wie in Fig. 58, sondern hierzu ist mindestens noch eine Hilfskraft nötig.

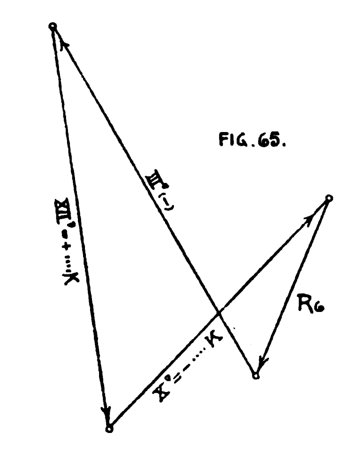


FIG. 65.

Gleichgewicht am Mittelknoten: X (—) und X' (—) ergeben eine Resultierende = *Res.* X, Fig. 66, für die zur Uebernahme von Gegenkräften die Stäbe XIII, VII, VII' zur Verfügung stehen. Fall 1, Fig. 67 und ähnliche sind unmöglich, da Stange VII keinen Druck übernehmen kann. Fall 2, Fig. 68: VII (+) und die Kraftteile von VII' (+) und XIII (+) jenseits des Ueberschneidungspunktes fallen als überflüssig und in Wirklichkeit nicht auftretend fort. Aus Fall 2, Fig. 68 wird Fall 3, Fig. 69.

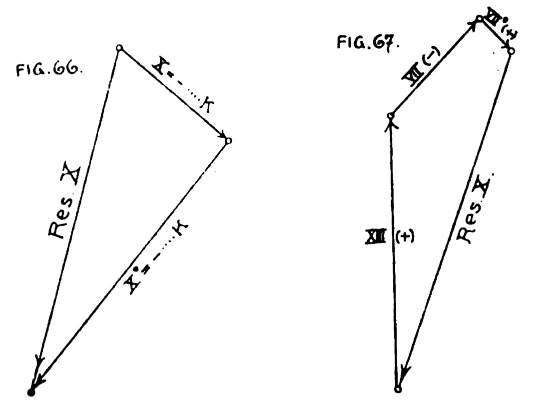


FIG. 66. FIG. 67.

Wichtigstes Ergebnis: Durch rechtsseitige Windbeanspruchung bleibt Stange VII spannungslos, Stange VII' wird gezogen. Durch linksseitige Windbeanspruchung wird VII gezogen und VII' bleibt spannungslos. Da VII gegen Wind von rechts spannungslos bleibt, so ist der Zug in V (und VI) derselbe wie bei senkrechter Vollbelastung ohne Wind, ebenso hat bei Wind von links Stange V' nur den Zug aus der senkrechten Vollbelastung auszuhalten.

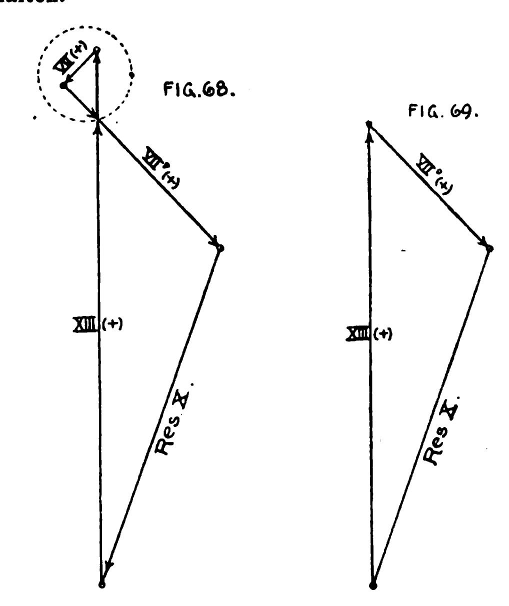


FIG. 68. FIG. 69.

Berechnung: Entweder ermittelt man auf die besprochene Art den Zug in XIII und beginnt die Zeichnung der Kräftepläne am First, siehe Blatt II, Fig. 5, 6, 7, oder man ermittelt zuerst die Reaktionen A und B und beginnt die Rechnung an dem dem Wind gegenüberliegenden Lager, indem man zwischen die Richtungen von I (I') und XIV die aus der senkrechten Vollbelastung her bekannte Zugspannung in V (V') so einschiebt, daß alle Kräfte gleichen Umlaufsinn haben usw.

Die Vorbemerkungen über die statischen Verhältnisse des Systems ändern sich also folgendermaßen:

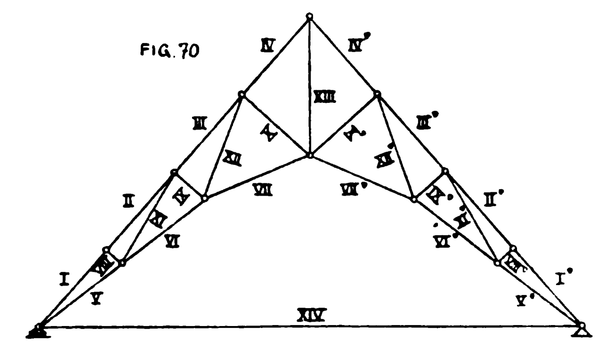
n Knoten = 14, 2 n Gleichungen = 28,
24 vollwertige Stäbe = 24 Unbekannte,
2 halbwertige „ = 1 „
3 Auflagerdrucke = 3 „
= 28 Unbekannte.

Die Deformationsfiguren ergeben: 1. für senkrechte Vollbelastung ohne Wind Deformationsdrucke in den Nullstäben VII und VII', siehe Fig. 8 auf Blatt II, die durch Anziehen der Spannschlösser aufgehoben werden, 2. für senkrechte Vollbelastung mit Wind ebenfalls Deformationsdruck in dem jeweiligen Nullstab, der aber nicht durch Anziehen aufgehoben wird.

Zu der Zeichnung der Deformationsfigur auf Blatt II seien einige Erklärungen gegeben: Die Stangen VII und VII' sind bei senkrechter Vollbelastung spannungslos und werden deshalb vorerst ausgelassen. Zuerst zeichne ich die Deformation der beiden obersten Dreiecke am First D mit XIII als Senkrechten, dann wird in einer besonderen Nebenfigur die Deformation der festen Scheibe EGB (oder CFA) gezeichnet. Hierauf schlage ich mit EB als Radius um E und mit demselben Radius um C (bei senkrechter Vollbelastung ohne Wind sind beide Scheiben symmetrisch), je einen Kreis nach unten, und gegen diese beiden Kreise schiebe ich von unten das verlängerte XIV an, so daß XIII auf den Mittelpunkt von XIV zielt. So entstehen die Punkte A und B. Zwischen A und C kann nun die deformierte Scheibe AFC, zwischen B und E die deformierte Scheibe EGB eingesetzt werden usw.

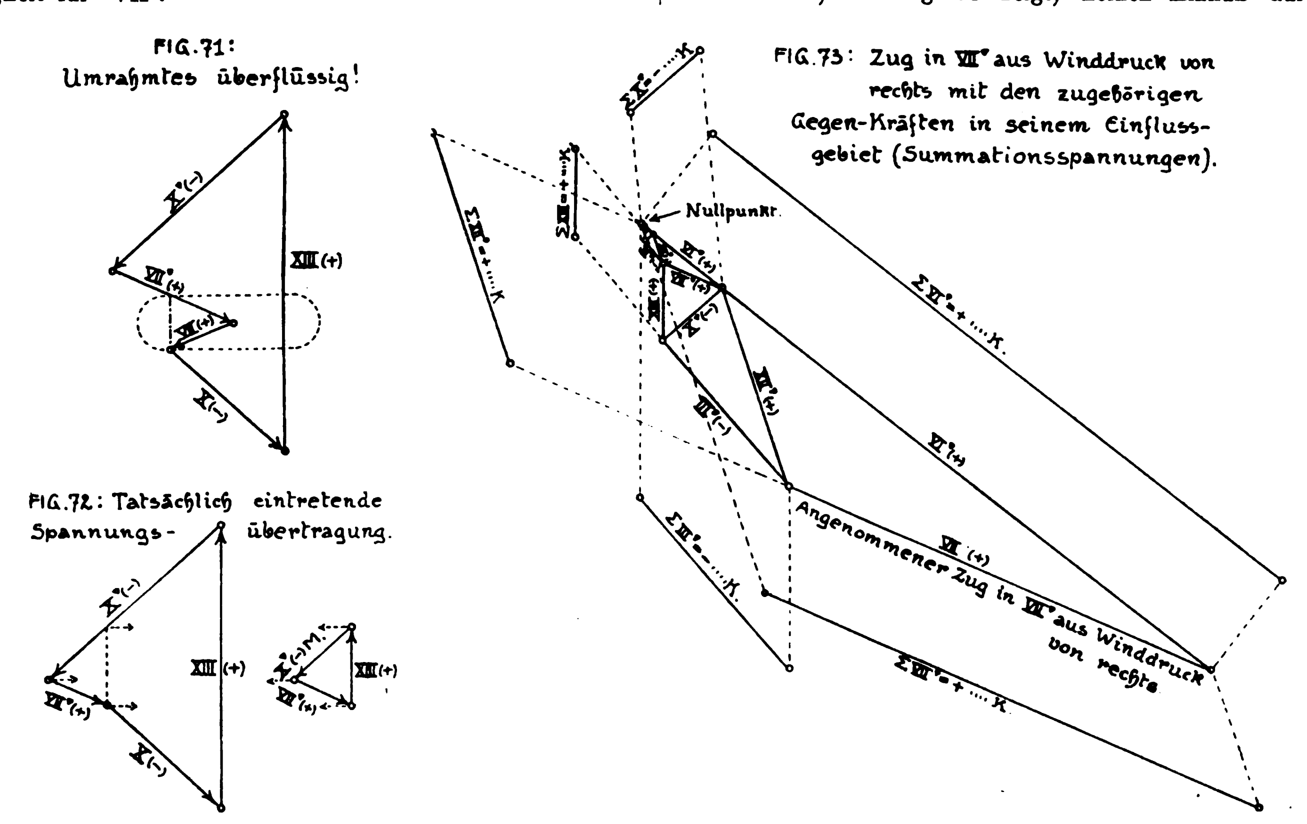
Aufgabe 5.

In ganz ähnlicher Weise wie Aufgabe 4 wird der in Fig. 70 dargestellte Binder berechnet: Stäbe VII und VII'



werden als Stangen angelegt und darauf wird die Berechnung gegründet. Diese ergibt bei senkrechter Vollbelastung Spannungslosigkeit für VII und VII', bei Wind von rechts Spannungslosigkeit für VII, von links Spannungslosigkeit für VII'.

VII' (+) (aus dem Winddruck) übernehmen, und so bleibt zur Ueberleitung des Zuges aus VII' nach VI' nur XII' (+) übrig, siehe Fig. 73. Der Zug in XII' teilt sich nun am oberen Knoten in III' (—) und X' (—), X' (—) teilt sich am unteren Knoten in XIII (+) und VII' (+), VII' (+) teilt sich am unteren Knoten in VI' (+) und XII' (+). Damit beginnt der Kreislauf der Kräfte von neuem, d. h. die von VII' (+) in XII' entstandene Zugspannung erzeugt Kräfte, welche sich durch die gleichen Stäbe immer wieder hindurchziehen, dabei immer kleiner werden, bis sich alle in einem Nullpunkt ausgelaufen haben, siehe Fig. 73. Ich nenne diese Spannungen „Wanderspannungen". Sie treten bei dem gezeichneten Binder in den genannten Stäben in dem Augenblick auf, in dem der Wind angreift. Sie addieren sich sofort, und wenn die Summen gebildet sind, hören die Wanderungen auf, und dann wirken die Summen so lange als konstante Spannungen, als der Wind herrscht. Wegen der Summationen können wir diese Spannungen auch „Summationsspannungen"*) nennen. Sie verlaufen in der dem Winde zugewandten Binderseite und haben, wie Fig. 73 zeigt, keinen Einfluß auf den



Wenn man bei diesem Binder mit gebrochenem Mittelgurt die Kräfte und Gegenkräfte im einzelnen genau verfolgt, wird man aber einem ganz neuen Spannungsvorgang begegnen.

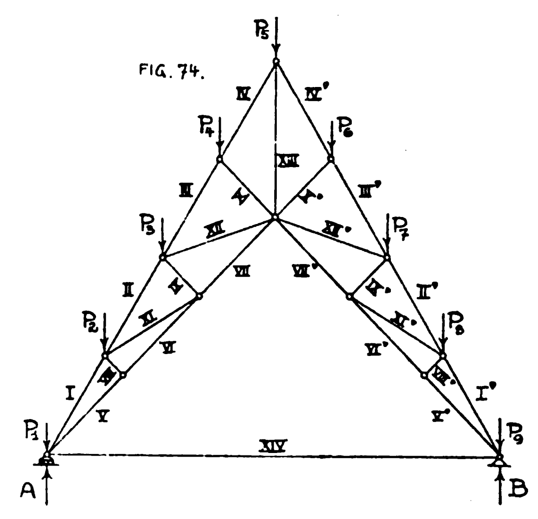
Bei Wind von rechts wird bekanntlich X' mehr gedrückt als X. Der Mehrdruck wird von XIII (+) und VII' (+) übernommen, siehe Fig. 71 und 72 und die Erklärungen über *Res* X auf S. 14, Fig. 66 bis 69. Dieser Zug in VII' kann aber nicht, wie im vorigen Beispiel, direkt nach VI' und V' übergehen, sondern er bedarf hierzu einer Hilfskraft in einem der Stäbe IX' oder XII'. Wenn Stab IX' eine solche Kraft, Druck oder Zug, übernähme, dann müßte diese am oberen Ende von IX' im Obergurt und in Stab XI' Gegenkräfte bilden. Die Kraft in XI' müßte vom Mittelgurt und von VIII' im Gleichgewicht gehalten werden. Stab VIII' kann aber vom unteren Knoten aus keine Spannung übernehmen, weil sich am oberen Knoten in den gleichgerichteten Obergurtstäben I'—II' keine normalen Gegenkräfte bilden können. Daher kann der erstgenannte Stab IX' auch keine Kraft gegen

Nullstab auf der anderen Seite. Dieser bleibt also auch bei dem gezeichneten Binder mit gebrochenem Mittelgurt spannungslos.

Nach diesem Ergebnis gestaltet sich die Berechnung höchst einfach: Da bei Wind von rechts Stange VII und bei Wind von links Stange VII' spannungslos sind, so braucht man bei der Berechnung keine Rücksicht zu nehmen auf die Wanderspannungen und ihre Summationen, sondern man beginnt die graphische Ermittelung an dem dem Wind gegenüberliegenden Lager, wo Stab V bzw. V' die leicht zu ermittelnde Zugspannung aus der senkrechten Vollbelastung (ohne Windeinfluß) hat, weil das zugehörige VII bzw. VII' spannungslos ist. In dem geschlossenen Kräfteplan, den man von Knoten zu Knoten vorgehend zusammenstellt, erhält man für die Stäbe, in denen die beschriebenen Wanderspannungen wirken, die Schluß-

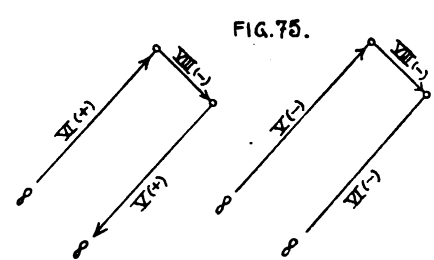
*) Siehe meine bald nach dieser Arbeit im Druck erscheinende Abhandlung über: „Summations-, Einzel- und Differenzspannungen im ebenen bestimmten Fachwerk".

spannungen, ohne daß man aus dem Gesamtkräfteplan erkennen könnte, wie diese entstanden sind. Dies hat seinen Grund darin, daß man von den vorher ermittelten Reaktionen, die ja auch Schlußspannungen sind, ausgeht, ohne die Einzelteilkräfte, aus denen sich die Reaktionen zusammensetzen, vorher ermittelt zu haben.

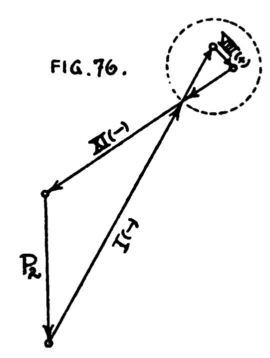


Aufgabe 6, Fig. 74.

Statisch bestimmt ist die ganze Schar der Füllungsstäbe XI, XI', IX, IX', XII, XII', X, X'. Das System ist mit Ausnahme der Stäbe XI, XII, XI', XII', welche diagonal umgesetzt wurden, dasselbe wie in Aufgabe 4. Ein wesentlicher innerer Unterschied von diesem ist aber schon bei den Gegenkräften gegen P_2 (P_8) zu erkennen: Stäbe VII und VII' sind Stangen, P_5 wird also von IV (—) und IV' (—) übernommen. Da VII und VII' Stangen sind, so kann Stab II unter keinen Umständen Gegenzug, — denn nur um solchen könnte es sich allenfalls handeln — gegen P_2 übernehmen (siehe frühere Fälle). Daher bleiben zur Uebernahme von Gegenkräften gegen P_2 nur die Stäbe I, VIII und XI übrig. Wenn VIII Druck gegen P_2 ausüben würde, dann müßte sich VIII gegen den Mittelgurt V—VI anstemmen und in diesen beiden Stäben

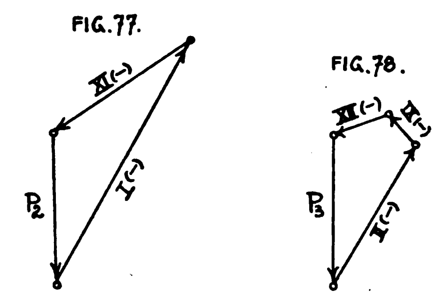


Gegenkräfte erzeugen. Diese beiden liegen aber in einer Richtung, also müßten die normalen Gegenkräfte (Zug oder Druck) in ihnen unendlich groß sein, Fig. 75. Unendlich

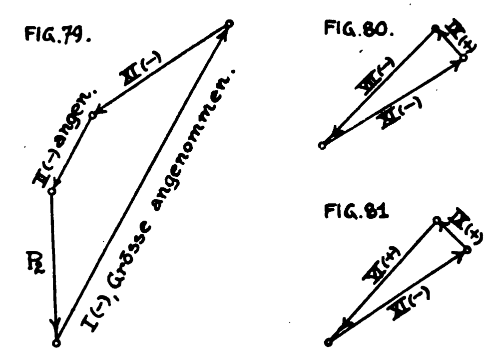


große Kräfte verlangen unendlich große Querschnitte, und da diese nicht geliefert werden können, so sind V und VI zu schwach, um einen Druck aus VIII aufnehmen zu können und biegen nach unten aus. In demselben Augenblick wirken I und XI als Druckspannungen gegen P_2. Kann Stab VIII Zug gegen P_2 übernehmen? Die Fig. 76 zeigt, daß Stab VIII nur dann Zug gegen P_2 übernehmen kann, wenn Stäbe XI und I mehr als nötig gedrückt werden, d. h. der Zug in VIII hält nur den Ueberdruck in I und XI im Gleichgewicht, ohne durch P_2 bedingt zu sein. Daher fallen alle Kräfte jenseits des Ueberschneidungspunktes, als in Wirklichkeit nicht auftretend, fort. Angenommen VIII könnte wirklich gegen P_2 Zug ausüben, würden sich dann am anderen Knoten in V und VI Gegenkräfte bilden können? In V und VI müßten sich unendlich große normale Gegenkräfte bilden, die aber nicht auftreten können. Daher würde eine Ausbiegung nach oben erfolgen usw.

Resultat: Die Stäbe VIII und VIII' können in keinem Belastungsfall Gegenkräfte gegen die Pfettenlasten übernehmen, sondern sie sind in bezug auf diese spannungslos. Sie haben nur den Zweck, die Mittelgurtstäbe V—VI, V'—VI' an der Durchbiegung infolge ihres eigenen Gewichtes zu verhindern und das System (aus Schönheitsgründen) zu vervollständigen. Die Gegenkräfte gegen P_2 sind also eindeutig nur I (—) und XI (—), Fig. 77.



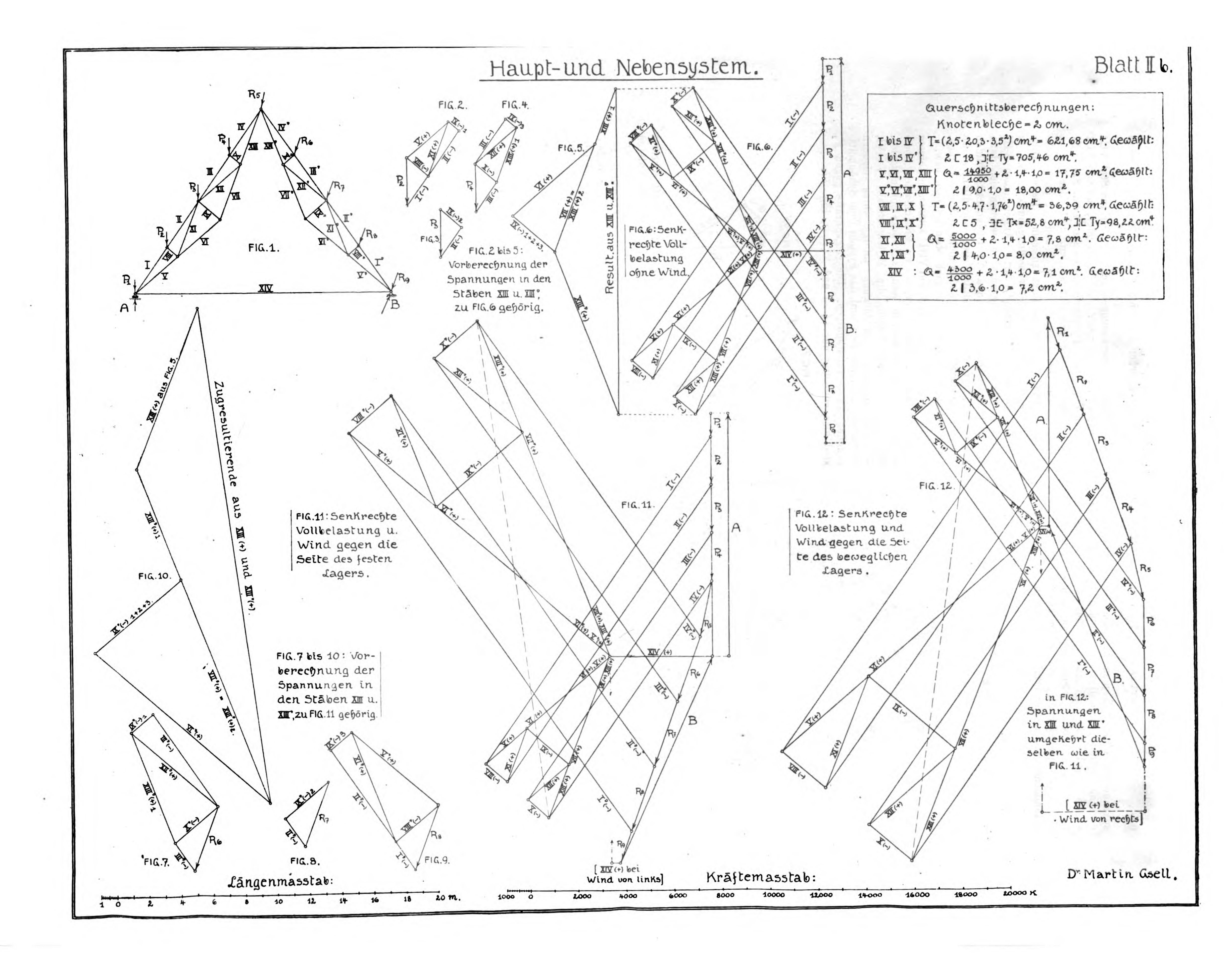
Gegenkräfte gegen P_3, Fig. 78: Stab III scheidet aus. Eine Gegenkraft IX (—) gegen P_3 würde am unteren Knoten in VII Zug und XI Zug oder in VI Druck und XI Zug erzeugen. Diese Zugspannung in XI würde mit dem Druck in XI von P_2 eine Differenzspannung bilden. Diese, sei sie nun Druck oder Zug, ist aber nicht imstande, am Knoten bei P_2 die Pfettenlast P_2 und die Gesamtdruckspannungen in I und II im Gleichgewicht zu halten, sondern Stab XI muß unter allen Umständen die durch die erste Ueberlegung, Fig. 77, gefundene Druckspannung gegen P_2 behalten, siehe Fig. 79. Daher kann Stab IX überhaupt keine Gegenkraft gegen P_3 ausüben, vielmehr



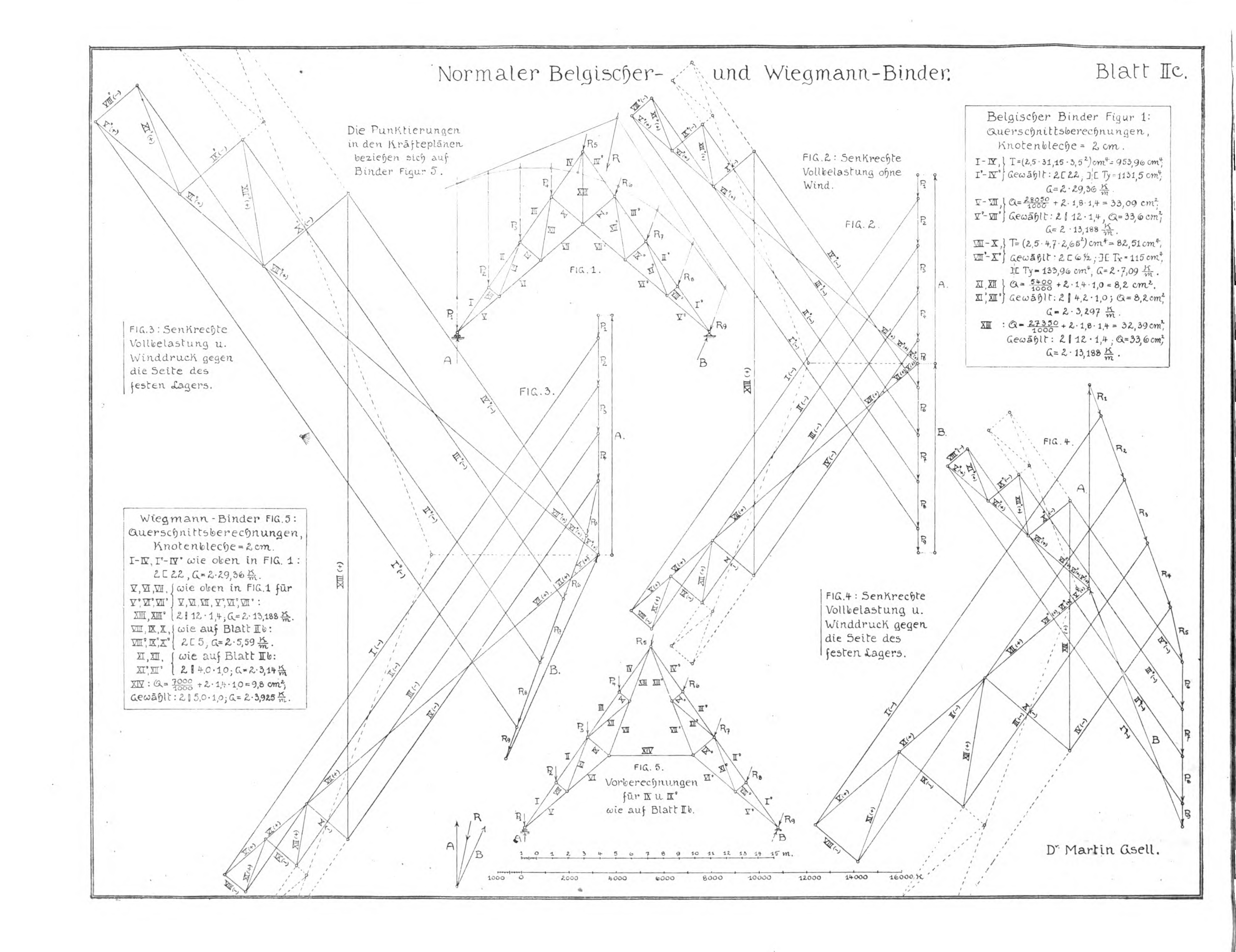
übernimmt IX einen Gegenzug gegen XI (—) (aus P_2), Fig. 80, 81. Da VII und VII' Stangen sind, so scheidet die Kraftverteilung nach Fig. 80 aus und nur die Kräfte von Fig. 81 bleiben bestehen. Am Knoten bei P_3 wirken also als bekannte Kräfte: P_3 als Last und IX als Zug, gegen welche in den Stäben II und XII Gegenkräfte sich bilden müssen, Fig. 82. Der Ueberschneidungspunkt ist die Grenze des Einflusses von P_3 auf II und XII und von IX (+) auf II und XII.

Als Gegenkräfte gegen P_4 können nur III (—) und X (—) in Betracht kommen.

Gleichgewicht am Mittelknoten M: Stab XIII war gegen P_5 spannungslos geblieben, ebenso die Stangen VII

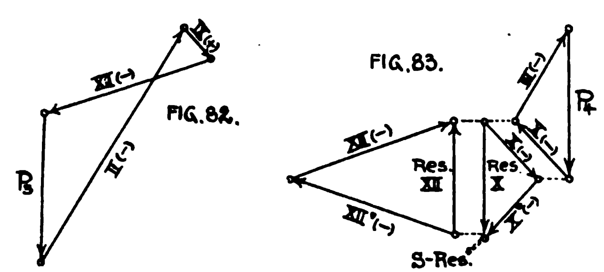


Haupt-und Nebensystem.
Blatt II b.
Querschnittsberechnungen:
Knotenbleche = 2 cm.
I bis IV } T = (2,5 · 20,3 · 3,5²) cm⁴ = 621,68 cm⁴. Gewählt:
I bis IV' } 2 [18,][Ty = 705,46 cm⁴.
V, VI, VII, XIII } Q = 14950/1000 + 2 · 1,4 · 1,0 = 17,75 cm². Gewählt:
V', VI', VII', XIII' } 2 | 9,0 · 1,0 = 18,00 cm².
VIII, IX, X } T = (2,5 · 4,7 · 1,76²) cm⁴ = 36,39 cm⁴. Gewählt:
VIII', IX', X' } 2 [5,][Tx = 52,8 cm⁴,][Ty = 98,22 cm⁴.
XI, XII } Q = 5000/1000 + 2 · 1,4 · 1,0 = 7,8 cm². Gewählt:
XI', XII' } 2 | 4,0 · 1,0 = 8,0 cm².
XIV : Q = 4300/1000 + 2 · 1,4 · 1,0 = 7,1 cm². Gewählt:
2 | 3,6 · 1,0 = 7,2 cm².
FIG. 1.
FIG. 2.
FIG. 3.
FIG. 4.
FIG. 5.
FIG. 2 bis 5: Vorberechnung der Spannungen in den Stäben XIII u. XIII', zu FIG. 6 gehörig.
Result. aus XIII u. XIII'.
FIG. 6.
FIG. 6: Senkrechte Vollbelastung ohne Wind.
Zugresultierende aus XIII (+) und XIII' (+).
FIG. 7.
FIG. 8.
FIG. 9.
FIG. 10.
FIG. 7 bis 10: Vorberechnung der Spannungen in den Stäben XIII u. XIII', zu FIG. 11 gehörig.
FIG. 11.
FIG. 11: Senkrechte Vollbelastung u. Wind gegen die Seite des festen Lagers.
[XIV (+) bei Wind von links]
FIG. 12.
FIG. 12: Senkrechte Vollbelastung und Wind gegen die Seite des beweglichen Lagers.
in FIG. 12: Spannungen in XIII und XIII' umgekehrt dieselben wie in FIG. 11.
[XIV (+) bei Wind von rechts]
Längenmasstab:
1 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 m.
Kräftemasstab:
1000 0 2000 4000 6000 8000 10000 12000 14000 16000 18000 20000 K
Dr. Martin Gsell.



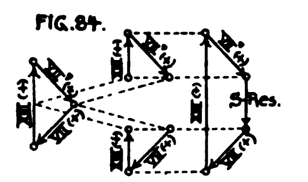
Normaler Belgischer- und Wiegmann-Binder.
Blatt IIc.
Belgischer Binder Figur 1: Querschnittsberechnungen, Knotenbleche = 2 cm.
I-IV, I'-IV' } T=(2,5·31,15·3,5²) cm⁴ = 953,96 cm⁴; Gewählt: 2 [22,][Ty = 1131,5 cm⁴; G = 2·29,36 K/m
V-VII, V'-VII' } Q = 28050/1000 + 2·1,8·1,4 = 33,09 cm²; Gewählt: 2 | 12·1,4, Q = 33,6 cm²; G = 2·13,188 K/m.
VIII-X, VIII'-X' } T = (2,5·4,7·2,65²) cm⁴ = 82,51 cm⁴; Gewählt: 2 [6½;][Tx = 115 cm⁴;][Ty = 133,96 cm⁴, G = 2·7,09 K/m.
XI, XII, XI', XII' } Q = 5400/1000 + 2·1,4·1,0 = 8,2 cm². Gewählt: 2 | 4,2·1,0; Q = 8,2 cm²; G = 2·3,297 K/m.
XIII : Q = 27350/1000 + 2·1,8·1,4 = 32,39 cm²; Gewählt: 2 | 12·1,4; Q = 33,6 cm²; G = 2·13,188 K/m.
Die Punktierungen in den Kräfteplänen beziehen sich auf Binder Figur 5.
FIG. 1.
FIG. 2: Senkrechte Vollbelastung ohne Wind.
FIG. 2.
FIG. 3: Senkrechte Vollbelastung u. Winddruck gegen die Seite des festen Lagers.
FIG. 3.
FIG. 4: Senkrechte Vollbelastung u. Winddruck gegen die Seite des festen Lagers.
FIG. 4.
Wiegmann-Binder FIG. 5: Querschnittsberechnungen, Knotenbleche = 2 cm.
I-IV, I'-IV' wie oben in FIG. 1: 2 [22, G = 2·29,36 K/m.
V, VI, VII, V', VI', VII' } wie oben in FIG. 1 für V, VI, VII, V', VI', VII':
XIII, XIII' } 2 | 12·1,4; G = 2·13,188 K/m.
VIII, IX, X, VIII', IX', X' } wie auf Blatt IIb: 2 [5, G = 2·5,59 K/m.
XI, XII, XI', XII' } wie auf Blatt IIb: 2 | 4,0·1,0; G = 2·3,14 K/m
XIV : Q = 7000/1000 + 2·1,4·1,0 = 9,8 cm²; Gewählt: 2 | 5,0·1,0; G = 2·3,925 K/m.
FIG. 5. Vorberechnungen für IX u. IX' wie auf Blatt IIb.
1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 m.
1000 0 2000 4000 6000 8000 10000 12000 14000 16000 K
Dr. Martin Gsell.

und VII' gegen die Kräfte an ihren unteren Knoten. Diese drei Stäbe stehen also zur Uebernahme von Gegenkräften gegen XII (—), X (—), X' (—), XII' (—) zur Verfügung. Die Resultierenden aus XII (—) und XII' (—), aus X (—) und X' (—) haben entgegengesetzten Richtungssinn, so daß nur die Differenzspannung aus beiden, die Schluß-Resultierende *(S-Res.)* in Fig. 83 nach den noch



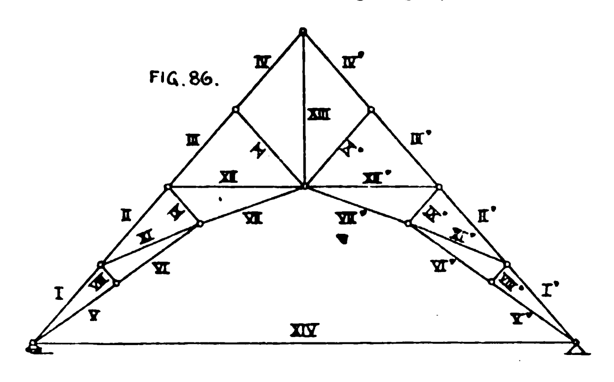
freien Stäben XIII, VII, VII' aufgelöst werden muß. Diese ist hier eine wenige Kilogramm betragende Druckkraft von oben nach unten gegen den Knoten.

Gegenkräfte gegen *S-Res.* sind in Fig. 84 und 85 dargestellt, mit wesentlich vergrößerten *S-Res.*, der Deutlichkeit halber. Nach Fig. 85 kann Stab XIII allein Gleichgewicht herstellen, indem er die genannte Resultierende durch eine Zugkraft übernimmt. Nach Fig. 84



würden die Stangen VII und VII' nur dadurch gezogen, daß Stab XIII viel mehr als nötig beansprucht würde. Die Zugkräfte in VII und VII' halten sich mit einem entsprechenden Zug in XIII, und zwar genau dem unnötigen Mehrzug, im Gleichgewicht, so daß diese Kräfte als überflüssige und in Wirklichkeit nicht eintretende ausfallen. Die einzige Gegenkraft gegen *S-Res.* ist also XIII (+), die Stangen VII und VII' bleiben spannungslos. Damit ist die Aufgabe gelöst. Sie ist in ganz ähnlicher Weise der genauen Rechnung zu unterziehen wie die Aufgabe 4 auf Blatt II. Bei Wind von rechts wird VII', bei Wind von links wird VII gezogen, während der Gegenstab spannungslos bleibt, und in beiden Fällen verstärkt sich der Zug in XIII.

Bei entsprechender Anordnung des Bindersystems kann erreicht werden, daß die Druckspannungen aus XII, X, X', XII' bei senkrechter Vollbelastung sich gegenseitig in absolutem Gleichgewicht halten. In diesem Falle bleiben VII, VII' und XIII spannungslos. Bei Wind von rechts werden XIII und VII' gezogen, VII = 0; bei Wind von links werden XIII und VII gezogen, VII' = 0.



Aufgabe 7, Fig. 86.

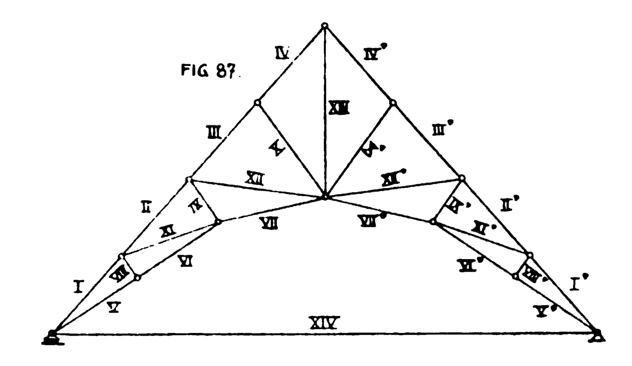
Bei Vollbelastung ohne Wind halten sich die Druckspannungen in XII und XII' direkt im Gleichgewicht und die Resultierende aus X (—) und X' (—) wird von XIII (+) übernommen. Die Stangen VII und VII' bleiben spannungslos. Bei Winddruck von rechts werden VII' und XIII gezogen, VII = 0, weil X' und XII' einen größeren Druck gegen den Mittelknoten ausüben als X und XII. Der Zug in VII' kann aber wegen des gebrochenen Mittelgurtes nicht direkt nach VI' übergehen wie beim Binder Aufgabe 6, sondern bedarf hierzu der Hilfskraft IX' (+).

IX' (+)	erzeugt	II' (—)	und	XII' (—),
XII' (—)	„	XIII (+)	„	VII' (+),
VII' (+)	„	VI' (+)	„	IX' (+)

usw., d. h. Zug in VII' läßt Wanderspannungen in VI', IX', II', XII', XIII, VII' entstehen, die sich addieren und dann so lange als konstante Spannungen wirken, als der Wind herrscht. Dabei erhält Stab VII keine Spannung. — Bei Wind von links bilden sich Wanderspannungen in den entsprechenden Stäben der anderen Seite, wobei dann Stange VII' spannungslos bleibt.

Aufgabe 8, Fig. 87.

Senkrechte Vollbelastung: Die Druckspannungen aus XII, X, X', XII' ergeben eine starke Gesamtresultierende, da die Resultierende aus X (—) und X' (—) sich zu der Resultierenden aus XII (—) und XII' (—) addiert. Die

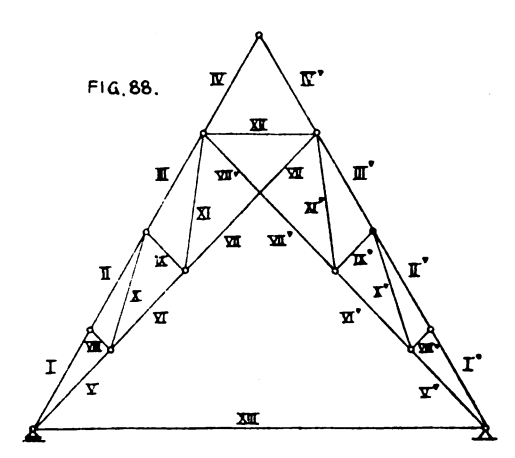


Gegenkraft gegen diese wird von XIII (+) gestellt, ohne daß die Stangen VII und VII' mitwirken, also VII = VII' = 0. Bei Wind von rechts: VII = 0, bei Wind von links: VII' = 0. Wanderspannungen auf der Windseite durch die bekannten Stäbe!

Aufgabe 9, Fig 88.

Variante zu Aufgabe 4. VII und VII' = Stangen.

a) Senkrechte Vollbelastung: VII und VII' spannungslos mit Deformationsdruck.



b) Senkrechte Vollbelastung mit Wind von rechts: VII' gezogen, VII spannungslos mit Deformationsdruck.

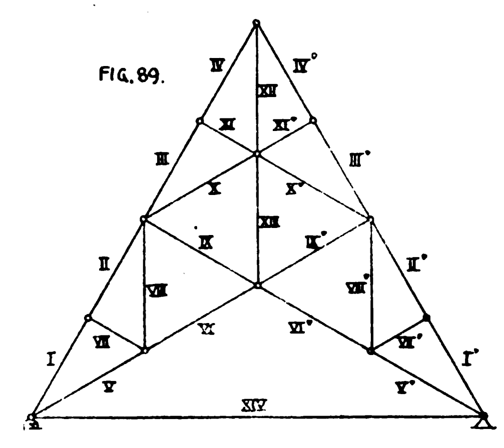
c) Senkrechte Vollbelastung mit Wind von links: VII gezogen, VII' ohne Spannung mit Deformationsdruck.

Die statischen Bedingungen sind:

n Knoten = 13,	$2n$ Gleichungen = 26,	
22 vollwertige Stäbe	= 22 Unbekannte,	
2 halbwertige „	= 1 „	
3 Auflagerdrucke	= 3 „	
	26 Unbekannte.	

Aufgabe 10, Fig. 89.

Wenn alle Stäbe vollwertig wären, dann wäre das System zweifach statisch unbestimmt. Ich lege deshalb



vier Stäbe, und zwar VI, VI', X, X', als Stangen an, die nur ziehen können. Dann sind die statischen Bedingungen folgende:

n Knoten = 13,	$2n$ Gleichungen = 26,
21 vollwertige Stäbe	= 21 Unbekannte,
4 halbwertige „	= 2 „
3 Auflagerdrucke	= 3 „
	= 26 Unbekannte.

a) Senkrechte Vollbelastung: VI, VI', X, X' spannungslos mit Deformationsdruck.

b) Senkrechte Vollbelastung plus Wind von rechts: X', VI' gezogen, X, VI spannungslos mit Deformationsdruck.

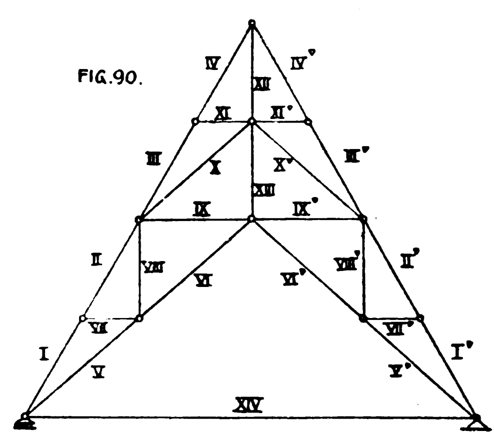
c) Senkrechte Vollbelastung plus Wind von links: X, VI gezogen, X', VI' spannungslos mit Deformationsdruck.

Aufgabe 11, Fig. 90.

Die statischen Bedingungen sind dieselben wie bei Aufgabe 10.

VI, VI', X, X' sind Stangen.

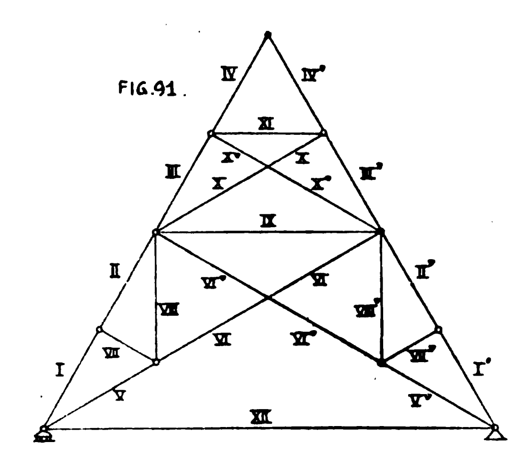
a) Senkrechte Vollbelastung: X, X', VI, VI', XII, XIII spannungslos mit Deformationsdruck.



Stäbe XII und XIII werden, wenn die Knoten fest sind, am besten ebenfalls als Stangen mit Spannschlössern angelegt, damit man durch Anziehen der Spannschlösser den Deformationsdruck aufheben kann.

b) Senkrechte Vollbelastung plus Wind rechts: XII, X', XIII, VI' gezogen, X, VI spannungslos mit Deformationsdruck.

c) Senkrechte Vollbelastung plus Wind links XII, X, XIII, VI gezogen, X', VI' spannungslos mit Deformationsdruck usw.



Aufgabe 12, Fig. 91.

Die statischen Bedingungen sind:

n Knoten = 11;	$2n$ Gleichungen = 22,
17 vollwertige Stäbe	= 17 Unbekannte,
4 halbwertige „	= 2 „
3 Auflagerdrucke	= 3 „
	= 22 Unbekannte.

a) Senkrechte Vollbelastung: Stangen X, X', VI, VI' spannungslos mit Deformationsdruck.

b) Senkrechte Vollbelastung mit Wind von rechts: X', VI' gezogen, X, VI spannungslos mit Deformationsdruck.

c) Senkrechte Vollbelastung mit Wind von links: X, VI gezogen, X', VI' spannungslos mit Deformationsdruck.

In dieser Weise könnte man noch eine ganze Reihe anderer Binder zeichnen und ihre Spannungsbedingungen, ohne vorher die zahlenmäßige Rechnung geführt zu haben, ohne weiteres angeben. Es möge genügen, diese 12 Aufgaben vorgeführt zu haben.

Zum Schluß sollen die Gewichte von fünf verwandten Binderarten miteinander verglichen werden, hierzu siehe Blatt II, IIa, IIb, IIc.

Die Spannungen sind aus den zugehörigen Kräfteplänen zu ersehen, die Gewichte der einzelnen Systeme — ohne Knotenbleche, Nietköpfe, Traversen usw. — sind auf Blatt IIa zusammengestellt. Man ersieht, daß das von mir vorgeschlagene System von Blatt II das leichteste und damit auch das billigste ist, dann folgen das Gegenstrebensystem, das Haupt- und Nebensystem und der gewöhnliche belgische Binder, während der am häufigsten verwendete Wiegmann-Binder (fälschlicherweise „doppelter französischer“ oder doppelter „Polonceau“-Binder genannt) am schwersten und teuersten ist.

Die Belastungen wurden bei allen Systemen gleich angenommen, trotzdem die Eigengewichte sehr verschieden sind. Wenn zu den normalen Dach- und Pfettenlasten die richtigen Binder-Eigengewichte zugerechnet, die Gesamtlasten also in der Reihenfolge wie ich die Binder vorgebracht, immer höher eingesetzt worden wären, dann wären die Resultate noch weiter auseinander gegangen.

Bei anderer Neigung, Form und Belastung der fünf Binder ändert sich natürlich auch das Verhältnis ihrer Gewichte. Dabei ist es möglich, daß gelegentlich zwei verschiedene Systeme fast gleich schwer und teuer werden.

Die Berechnungen der Binder auf Blatt IIa und IIb wurden durch direkte Kraftverfolgungen, ohne Benutzung der Reaktionen, vorgenommen, wie dies auch bei meinen Systemen geschah. Die Reaktionen ergaben sich dann zum Schluß. Bei den beiden Bindern auf Blatt IIc wurde die Rechnung rückwärts, d. h. unter Benutzung der vorher ermittelten Reaktionen geführt, wie dies überhaupt üblich ist, einmal weil sie hier die einfachste ist, dann aber, weil man bei der direkten Kraftverfolgung bei diesen beiden Systemen Summationsspannungen begegnet, die ich hier noch nicht genügend erklärt habe (siehe meine auf S. 15 genannte Arbeit).

Die Billigkeit meiner Systeme war aber nicht der einzige Grund zur Herausgabe dieser Arbeit, sondern ich wollte auch eine ganze Reihe neuer Gedanken über Spannungsvorgänge, die man überall in der Statik anwenden kann, in geschlossener Form bekanntgeben.

Zeitschriftenschau.

A. Hochbau,

bearbeitet von Reg.-Baumeister Dr.-Ing. Meyer in Hannover.

Aesthetik.

Die Aesthetik der Kirchen; von Gosset. — Mit Textfig. (Construct. moderne 1913, S. 247, 253.)

Kunstgeschichte.

Die Gewölbe der romanischen Kirchen Deutschlands; von Hasak. — Mit Textfig. (Kirche 1913, S. 69 ff.)

Die Ruinen von Tipasa (Algier). — Mit Abb. (Construct. moderne 1913, S. 301.)

Oeffentliche Bauten.

Gebäude für kirchliche Zwecke. Friedhofskapelle in Ricklingen bei Hannover; Arch. Schädtler. Werksteinbau in romanischen Formen. — Mit Ansichten. (Kirche 1913, S. 77.)

Kirche nebst Pfarr- und Gemeindehaus für die evangelische Andreasgemeinde in Dresden; Wettbewerb. Bauprogramm, Urteil des Preisgerichts und Abbildungen der Entwürfe von Wolf, Bender, Regierungsbaumeister Becker, Spitzner, Baurat Schleinitz, Blecken, Koch, Veil und Herms. (Kirche 1913, S. 93.)

Kaiser-Friedrich-Gedächtniskirche in Liegnitz; Arch. Regierungsbaumeister Kohte. Gotischer Backsteinbau. 1327 Sitzplätze. Baukosten rd. 420000 M. $1^{cbm} = 20{,}21$ M. — Mit Textabb. und 6 Tafeln. (Z. f. Bauw. 1912, S. 522.)

Wettbewerb für die evangelische Friedenskirche in Frankfurt a. M. Entwurf des Arch. Leonhardt (1. Preis). — Mit Abb. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 331.)

Wettbewerb für eine evangelische Kirche in Aumühle. Abbildungen der Entwürfe von Eplinius (1. Preis), Janssen, Grage, Schlichting und Widmann, Stoffers. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 331.)

Evangelische Kirche in Lichtental bei Baden-Baden; Arch. Elsässer. 600 Plätze. Baukosten 230000 M. — Mit Abb. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 332.)

Umbau der Kirche St. Johann in Davos; Arch. Schäfer und Risch. Sehr gute Lösung unter Erhaltung des Dorfbildes. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 336.)

Kirche in Oberwangen bei Bern; Arch. Indermühle. Ländliche Formen; Putzbau. Baukosten 38000 M. Orgel, Glocken und Uhr 10400 M. — Mit 4 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 215.)

Russische Kirche in Nizza; Arch. H. Stoecklin. — Mit zahlreichen Abb. und 3 Tafeln. (Construct. moderne 1913, S. 340.)

Kirchen mit Pfarrei in Villeneuve-Triage und Vigneux; Arch. Paul Simon. Baukosten 68000 M. (Construct. moderne 1913, S. 303.)

Entwurf zu einer protestantischen Kirche in den Vereinigten Staaten; Arch. Sullivan. — Mit 1 Ansicht. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 148.)

Wettbewerb für ein evangelisches Pfarr- und Gemeindehaus in Hagen i. W. Entwurf von Wachenfeld (1. Preis). — Mit Abb. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 331.)

Evangelisches Vereinshaus in Falkenburg; Arch. Waese. Grundriß und Ansichten. (Baugew.-Z. 1912, S. 1070.)

Wettbewerb für eine Synagoge in Offenbach a. M. 1. Preis Arch. Schwarz. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 333.)

Gebäude für Verwaltungszwecke. Neubau für das Oberpräsidium in Koblenz. Bauleitung und Entwurf: Regierungsbaumeister Loewe. Baukosten rd. 2 Mill. M. Putzbau mit Werkstein in Barock. — Mit Textabb. und 4 Tafeln. (Z. f. Bauw. 1913, S. 2.)

Kreishaus in Tondern; Arch. Dinklage, Paulus und Lilloe. Backsteinbau in Renaissanceformen. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 335.)

Wettbewerb für ein Rathaus in Herford. Abbildungen der 10 besten Entwürfe. 1. Preis Arch. Kanold und Glöckner. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 336.)

Rathaus in Nordhorn; Arch. Sasse. Backsteinbau. Baukosten 35000 M. (Baugew.-Z. 1912, S. 1116.)

Verwaltungsgebäude der Rhätischen Bahn in Chur; Arch. Hartmann & Co. Heimische Bauweise; reicher innerer Ausbau. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 6.)

Neuer Bahnhof in Lausanne; Arch. Taillens & Dubois und Monod und Laverrière. — Mit Ansichten. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 313.)

Krankenkassen-Verwaltungsgebäude in Langerfeld i. W. Wettbewerb: Entwurf von Lange (1. Preis). — Mit Abb. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 331.)

Verwaltungsgebäude des Textilverbandes in Paris; Arch. Gaston Ernest. Stil Louis XIV. — Mit Textfig., Teilansicht und 1 Tafel. (Construct. moderne 1913, S. 259.)

Sparkasse für Apolda; Arch. Schwartz. Renaissanceformen. Baukosten 219000 M. — Mit Abb. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 334.)

Sparkasse in Donaueschingen; Arch. Vitteli. — Mit Abb. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 330, S. 2.)

Wettbewerb für eine Sparkasse in Sitten (Schweiz). Abbildungen der drei preisgekrönten Entwürfe. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 347.)

Gebäude für Unterrichtszwecke. Wettbewerb für ein Vorlesungsgebäude in Lausanne. Gutachten. Abbildungen der preisgekrönten, künstlerisch nicht sehr bedeutenden Entwürfe. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 338.)

Wettbewerb für eine Handelsschule in Chur. Bericht des Preisgerichtes. Abbildungen der Entwürfe von Schäfer und Risch, Otto Manz und Willy. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 225.)

Kunstgewerbeschule zu Nürnberg; von Dr. Fr. Schulz, Konservator des Germanischen Nationalmuseums. Geschichte der Schule. Zahlreiche Abbildungen kunstgewerblicher Arbeiten in der 1912 veranstalteten Ausstellung der in hoher Blüte stehenden Schule. (Kunst und Handw. 1912, S. 193.)

Wettbewerb für eine höhere Töchterschule in Brieg. Entwurf von Utinger. — Mit Abb. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 331.)

Wettbewerb für eine höhere Mädchenschule in Lankwitz. 1. Preis und Ausführung Jassoy und Fritz. Abbildungen der besten Entwürfe. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 332.)

Wettbewerb für die Viktoriaschule in Magdeburg. 1. Preis Arch. Stengel und Hofer. Abbildungen der 11 besten Entwürfe. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 335.)

Schule in Zwötzen (R. j. L.); Arch. Gebr. Kießling. Volksschule mit Turnhalle. 14 Klassen für je 60 Kinder. — Mit Grundriß und Ansichten. (Baugew.-Z. 1912, S. 954, 962.)

Heiligbergschulhaus in Winterthur; Arch. Briedler und Völki. Werkstein und Putz. 8 Klassen; Zeichen-, Sing-, Handfertigkeitszimmer und Nebenräume. — 6 Tafeln und Textfig. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 118, 133.)

Schulhaus in Schuls; Arch. Koch und Seiler. Baukosten 188 000 M. 6 Klassen, Gemeindesaal, reichliche Nebenräume. — Mit Textabb. und 4 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 73.)

Wettbewerb für ein Schulhaus mit Turnhalle in Zürich. Gutachten des Preisgerichts. Abbildungen der preisgekrönten Entwürfe. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 36.)

Neubau der Landesturnanstalt in Spandau. Entwurf aus dem Ministerium der öffentlichen Arbeiten. Baukosten rd. 955 000 M. Backsteinbau in schlichtem Barock. — Mit Textabb. und 5 Tafeln. (Z. f. Bauw. 1913, S. 11.)

Turnhalle in Windisch; Arch. Froelich. Gebogene Hetzer-Holzbinder. — Mit Textabb. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 63.)

Gebäude für Gesundheitspflege und Rettungswesen. Isoliergebäude für das Johanniter-Krankenhaus zu Arnswalde; Arch. Regierungsbaumeister May. — Mit Grundriß und Ansichten. (Baugew.-Z. 1912, S. 1010.)

Wettbewerb für das Kloster St. Johannis in Hamburg. Abbildungen der preisgekrönten Entwürfe von Endresen, Pewe, Knoblauch. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 331.)

Kuranstalt Brestenburg am Hallwylersee; Arch. Probst. Schlichter Putzbau. — Mit Grundriß und 4 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 258.)

Wohltätigkeitsanstalten. Wettbewerb für ein Alters- und Siechenheim in Jüterbog. Entwurf von Lechmig (1. Preis). — Mit Abb. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 331.)

Städtisches Waisenhaus in Zürich II; Arch. Stadtbaumeister Fißler. Schlichter barocker Putzbau mit Werksteinecken in heimischer Bauweise. Baukosten 270 000 M., 1 cbm = 26,5 M. ohne Mobiliar und ohne Baustelle. 1 Bett = 5475 M. einschl. Mobiliar. — Mit Textfig. und 4 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 311.)

Städtisches Waisenhaus in Zürich V; Arch. Stadtbaumeister Fißler. Schlichter Putzbau in heimischer Bauweise. Gesamtkosten 374 000 M., 1 cbm ohne Bauland aber einschl. Mobiliar 29,20 M. 1 Bett mit Mobiliar 5406 M. — Mit Textfig. und 4 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 325.)

Gebäude für Kunst und Wissenschaft. Neue Bibliothek der Universität Heidelberg; Arch. Durm. Werksteinbau in Renaissanceformen. Baukosten 1 330 000 M. 1 cbm 27,50 M. — Mit Textabb. und 1 Tafel. (Z. f. Bauw. 1912, S. 533.)

Entwurf für ein Kunstmuseum in Basel; Arch. Linder und Bercher. 1 cbm = 32 M. Gesamtbaukosten 1 132 000 M. — Mit Textabb. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 129.)

Vindonissa-Museum in Brugg; Arch. Alb. Froelich. Ausgrabungen aus der benachbarten Römerstadt Windisch (Vindonissa). Schlichte moderne Formen. Zierkalk mit Putz. — Mit 2 Tafeln und Textabb. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 62.)

Wettbewerb für ein naturgeschichtliches Museum in Genf. Gutachten. Abbildungen der 4 preisgekrönten Entwürfe, deren Schlichtheit überrascht. — Mit Textabb. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 308.)

Engerer Wettbewerb zu einem Museumsgebäude in Winterthur. Entwurf von Rittmeyer und Furrer. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 75.)

Neues Theater in Paris-Belleville; Arch. Lemarie. Vorstadt-Theater; Ausführung in Eisenbeton. — Mit Abb. und 2 Tafeln. (Construct. moderne 1913, S. 230.)

Sportgebäude. Fliegerhallen in Stuttgart-Cannstatt und Allensbach; Arch. Prof. Wagner. Holzbauten. — Mit Ansichten, Schnitten und Grundrissen. (Industriebau 1913, S. 168.)

Gebäude für Vergnügungszwecke. Wettbewerb für ein Verbindungshaus der Burschenschaft Germania in Jena. Abbildungen der besten Entwürfe. 1. Preis Jassoy und Fritz. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 334.)

Gebäude für Handelszwecke. Graubündener Nationalbank in Chur; Arch. Schäfer und Risch. Eckbau. Renaissanceformen. Putzbau und Werkstein. — Mit Abb. und 8 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 8, 19.)

Bankgebäude in Owatonna Min.; Arch. Sullivan. — Mit 1 Ansicht. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 148.)

Markthallen und Schlachthöfe. Schlachthof im Haag; Arch. Schadee. Typische moderne Anlage für eine Stadt von 100 000 bis 200 000 Einwohnern. — Mit zahlreichen Textfig. und Tafeln. (Construct. moderne 1913, S. 268.)

Leichenhäuser und Friedhöfe. Krematorium in Berlin-Treptow; Arch. Gemeindebaumeister Vientz. — Mit 2 Ansichten. (Baugew.-Z. 1912, S. 1109.)

Krematorium in Aarau; Arch. Alb. Froelich. Moderner Kuppelbau in Werkstein. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 49.)

Privatbauten.

Arbeiterwohnungen. Wettbewerb für Arbeiterhäuser an der Badgasse in Bern. Gutachten des Preisgerichts. Abbildungen dreier Entwürfe. Die Schwierigkeit der Aufgabe verlangt eine neue Ausschreibung. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 27.)

Arbeiterwohnhaus für 4 Familien in Ratibor; Arch. Wolter. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1912, S. 921.)

Arbeiterdoppelhaus in Duisburg. Arch. Tafel. Baukosten für 1 Haus mit Keller, Küche und 3 Stuben 5000 M. — Mit Abb. (Baugew.-Z. 1912, S. 964.)

Wohn- und Geschäftshäuser. Geschäftshaus Fischbein & Mendel in Berlin, Lindenstraße; Arch. Bernoulli. — 3 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 105.)

Geschäftsgebäude Ludwig Löwe in Berlin-Moabit; Arch. Prof. Grenander. (Industriebau 1913, S. 135.)

Warenhaus Lange & Münz in Magdeburg. Entwurf und Ausführung durch Baugeschäft Ganzlin. — Mit Grundriß und Ansicht. (Baugew.-Z. 1912, S. 980.)

Geschäfts- und Wohnhaus in Zürich, Tödistraße; Arch. Knell und Hässig. Putzbauten. Wohnungen von 6 Zimmern. — Mit Textabb. und 8 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 189, 200.)

Geschäftshaus Leclaire in Paris; Arch. H. Bertrand. — Mit Textfig. und 3 Tafeln. (Construct. moderne 1913, S. 315.)

Geschäftshaus in Buffalo; Arch. Wright. — Mit 4 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 165.)

Villa Dr. Müller in Groß-Lafferde; Arch. Bludau. Baukosten 35000 M. Geräumige Anlage. (Baugew.-Z. 1912, S. 1016.)

Villa La Jacotte in Trouville; Arch. Gorgoral. — Mit Grundriß und 2 Tafeln. (Construct. moderne 1913, S. 326.)

Landsitz Denouval in Andrésy; Arch. Sardou. Reiche Anlage. — Mit zahlreichen Textabb. und Tafeln. (Construct. moderne 1913, S. 244.)

Landhaus Debeuf in Founex bei Genf; Arch. Braillard. Im Kellergeschoß Waschküche und Mädchenzimmer, im Erdgeschoß Halle, Salon, Küche und Toilette, im Obergeschoß Schlafzimmer, Gastzimmer und Bad. Baukosten 12800 M. — Mit Textfig. und 2 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 240.)

Amerikanische Landhäuser; Arch. Wright und Maher. — Mit Grundrissen und Ansichten. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 148, 178.)

Haus Lepsius in Berlin-Dahlem; Arch. Bernoulli. 15 Zimmer und reichliche Nebengelasse. — Mit 3 Tafeln und Grundrissen. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 91.)

Wohnhausgruppe in Duisburg, Antonienstraße; Arch. Tafel. Je 3 Zimmer und Nebenräume. 1 ^{cbm} 13 M. — Mit Grundriß und 1 Ansicht. (Baugew.-Z. 1912, S. 916.)

Haus Steinbock in Frankfurt a. d. O.; Arch. Bernoulli. 9 Räume und Nebengelasse. — Mit 1 Tafel und Textabb. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 91.)

Wohnhaus in Hannover; Arch. Paul Richter. Edelputz mit Fachwerkgiebeln. — Mit Grundriß und Ansichten. (Baugew.-Z. 1912, S. 1054.)

Einfamilienhaus in Hannover-Kleefeld; Arch. Mackensen. 7 Zimmer und Nebenräume. — Mit Grundriß und 1 Schaubild. (Baugew.-Z. 1912, S. 903.)

Kleinwohnungsbauten in Mosel bei Zwickau; Arch. Th. H. Schmidt. 3 bzw. 5 Zimmer nebst Zubehör. 1 ^{cbm} = 13 M. 4 Zimmer kosten 250 bis 280 M. Miete; 3 Zimmer kosten 180 bis 220 M. — Mit Grundrissen und Ansichten. (Industriebau 1913, S. 171.)

Wohnhaus Knier in Solingen; Arch. Fischer. Malerischer Bau in bergischer Bauweise. Baukosten 60000 M. — Mit Grundriß und Ansichten. (Baugew.-Z. 1912, S. 940.)

Basler Familienhäuser; Arch. Suter und Burckhardt. Gruppe von 4 Häusern im Stil des 18. Jahrhunderts. — Mit Textabb. und 4 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 90.)

Zweifamilienhaus Valär in Kilchberg bei Zürich; Arch. Honegger. 1 ^{cbm} = 29,60 M. — Mit Textfig. und 4 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 47.)

Einfamilienhaus in Küßnacht; Arch. Stadtbaumeister Müller. Schlichtes Aeußere; guter Grundriß. — Mit 1 Tafel. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 336.)

Entwürfe zu billigen Miethäusern in Paris, Preisausschreiben der Stadt Paris. Zahlreiche Abbildungen und Tafeln der preisgekrönten Entwürfe. (Construct. moderne 1913, S. 278, 294.)

Wohnhausgruppe in Paris, Rue Agar; Arch. Guinard. 4-Zimmerwohnungen. 8 Geschosse von 3 bis 2,6 ^{m} lichter Höhe. — Grundrisse, Schnitt und Ansicht. (Construct. moderne 1913, I, S. 225.)

Zweifamilienwohnhaus in Zollikon; Arch. Stadtbaumeister Müller. — Mit Grundriß und 3 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 336.)

Wohnhaus Andreae in Zürich; Arch. Probst. 15 Zimmer und Zubehör. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 280.)

Wohnhaus Belmunt in Zürich; Arch. Huber. 1 ^{cbm} 40,4 M. einschl. Bauleitung. Reicher innerer Ausbau. 3 Geschosse. 9 Zimmer und reichliche Nebenräume. — Mit 4 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 324.)

Schloßbauten. Ausbau des Schlosses Boisy; Arch. Revilliod und Turrettini. — Mit 4 Tafeln und Textfig. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 22.)

Werkstatt- und Fabrikgebäude. Ingenieurbauten; Arbeiten von Regierungsbaumeister M. Stirn. — Mit Abb. (Industriebau 1913, S. 143.)

Denkmäler.

Denkmal für die Marquise Sévigné; Arch. Noudin, Bildhauer Theunissen. — Mit Abb. des Modells. (Construct. moderne 1913, S. 295.)

Denkmalpflege.

Denkmalpflege und Städtebau. Auszug aus einem Vortrag des Regierungsrates Blunck. (Baugew.-Z. 1912, S. 993.)

Wiederherstellung der Liebfrauenkirche zu Arnstadt i. Th.; Arch. Dipl.-Ing. Schwarz. Baukosten 150000 M. Eingehende Beschreibung der Bauarbeiten. — Mit Textabb. (Kirche 1913, S. 117.)

Zum Ausbau des Freiberger Doms. Kritik des Entwurfs von Bruno Schmitz. — Mit 1 Tafel und 1 Ansicht. (Kirche 1913, S. 105.)

Kunstgewerbe.

Bayerische Gewerbeschau München 1912; Text von Dr. Karl Lory. Abbildungen von Erzeugnissen der Spitzenklöppelschule zu Schönsee, der Korbflechtschule zu Lichtenfels, der keramischen Fachschule zu Selb, der Glasfachschule zu Zwiesel, der keramischen Fachschule in Landeshut und der staatlichen Schnitzschulen in Zwiesel, Partenkirchen, Oberammergau, Berchtesgaden, Bischofsheim und Neuhammer. (Kunst u. Handwerk 1913, S. 69.)

Kunstgewerbliche Arbeiten auf der bayerischen Gewerbeschau 1912; von Dr. Karl Lory. — Mit zahlreichen Abb. (Kunst u. Handwerk 1913, S. 1, 6.)

Granitgrabmäler auf der bayerischen Gewerbeschau 1912. — Mit Textabb. (Kunst u. Handwerk 1913, S. 4.)

Ausstellung des internationalen Kongresses für Kunstunterricht Dresden 1912; von Otto Lohr. — Mit zahlreichen Textabb. (Kunst u. Handwerk 1913, S. 78.)

Steinzeug-Denkmäler auf Friedhöfen. Abbildungen von Fabrikaten der Firma Bautler & Co. in Broitzem. (Kirche 1913, S. 85.)

Bauplastik von G. Grasegger; Text von Dr. Lüttgen. — Mit Textabb. (Kunst u. Handwerk 1913, S. 146.)

Schmiedearbeiten der Krefelder Kunstgewerbeschule. — Mit Abb. (Kirche 1913, S. 109.)

Moderne Medaillenkunst; von Dr. Max Bernhart. Mit zahlreichen Abbildungen von Medaillen der Bildhauer Wysocki, Seiler, Lindl, Riezler, Gils, Lommel, Pfeiffer, Ott, Schwegerle, Feuerle, Poehlmann, Becker, Wittmann, Becker, Rothenburger, Berkenkam, Gangl, Goetz und Förster. (Kunst u. Handwerk 1913, S. 165.)

Der Fingerring. Studie mit zahlreichen Textabbildungen von L. Segmiller. Geschichtliche Entwickelung von der Antike bis zum Empire. (Kunst u. Handwerk 1913, S. 133.)

Neue Kanzel der Neumünsterkirche in Zürich; Arch. Prof. Bluntschli. Die 1836 bis 1839 im klassizistischen Stil der Schinkelschule erbaute Kirche stammt von Zeugheer. — Mit Grundriß und 2 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 35.)

Städtebau.

Stand und Ziele der Städtebaukunst; Vortrag von O. March in der Akademie für kommunale Verwaltung zu Düsseldorf. (Städtebau 1913, S. 29.)

Beiträge zur Bezeichnung der Straßen. Versuch zur Gewinnung einer Methode der Straßenbenennung von Dipl.-Ing. Götz. (Städtebau 1913, S. 90.)

Die Forderungen des Städtebaues bei Eisenbahnanlagen; von Stadtbaurat Krafft. (Städtebau 1913, S. 31.)

Beziehungen öffentlicher Gebäude zum modernen Stadtbilde; Auszug aus einem Vortrage von Theod. Göcke. (Städtebau 1913, S. 2, 21.)

Städtebau auf der Städteausstellung Düsseldorf 1912; von Theod. Göcke. — Mit Textabb. (Städtebau 1913, S. 14.)

Französische Monumente in ihrer Beziehung zu Straße und Platz; von Klaiber. — Mit 3 Tafeln. (Städtebau 1913, S. 9.)

Schutz künstlerisch und geschichtlich bedeutsamer Straßen und Plätze in Alt- und Neustadt auf Grund der Verunstaltungsgesetze; von Gerichtsassessor Landwehr. (Städtebau 1913, S. 44.)

Die Plastik im Städtebau; Auszug aus einem Vortrag des Prof. Dr. Zimmermann. (Baugew.-Z. 1912, S. 1029.)

Die deutsche Landschaft und die Dorfkirche. Auszug aus dem Buch „Unsere Dorfkirche" von Robert Mielke. — Mit Textabb. (Kirche 1913, S. 165.)

Ein mittelalterliches Städtchen (Neunkirch in der Schweiz); von Cornelius Gurlitt. — Mit 1 Tafel. (Städtebau 1912, S. 135.)

Wettbewerb für die Bebauung des Oberseegebietes bei Arosa. Bericht des Preisgerichtes. Abbildungen der Entwürfe von Meier und Arter, Hilfiker, Schäfer und Risch, Rocco. — Mit Lageplänen und Abb. der Modelle. (Schweiz. Bauz. 1912, II, S. 265.)

Dorf Neu-Berich bei Arolsen; Arch. Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Meyer. Das Dorf ist als Ersatz für das infolge der Eder-Talsperren verschwindende Dorf Berich erbaut. 17 Gehöfte in hessischem Fachwerk. Als Gotteshaus ist die Augustinerklosterkirche aus Alt-Berich wieder aufgebaut. — Mit Lageplan und 1 Vogelschaubild. (Städtebau 1913, S. 85.)

Entwurf zur Umgestaltung des Königsplatzes in Berlin; von Dr.-Ing. March. — Mit Textabb. (Städtebau 1913, S. 4.)

Vorschläge zur Gewinnung eines anderen Bauplatzes für den Neubau des Kgl. Opernhauses in Berlin; von Bruno Möhring. — 3 Tafeln. (Städtebau 1913, S. 6.)

Der Königsplatz und das Opernhaus in Berlin; von F. Wolff. Studie vom Standpunkt der Denkmalpflege. (Städtebau 1913, S. 13.)

Forum zwischen Brandenburger Tor, Siegesallee und Königsplatz; von Geh. Archivrat Prof. Wolff. (Städtebau 1913, S. 37.)

Ideenskizze zur Erbauung des Kgl. Opernhauses in Berlin an der Nordseite des Königsplatzes. Vorschlag mit erläuternden Abbildungen und 2 Tafeln von Arch. Kohtz. (Städtebau 1913, S. 89.)

Bebauung Ecke Braubachstraße in Frankfurt a. M.; Arch. Senf (1. Preis). — Mit Abb. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 331.)

Wettbewerb für den Bebauungsplan Gerhalde in der Gemeinde Tablat. Gutachten des Preisgerichtes. Abbildungen der Entwürfe von Ziegler und Balmer, Schäfer und Risch und Salis. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 57.)

Preisausschreiben für eine Ringanlage in Hamm (Westf.); von Regierungsbaumeister a. D. Dr.-Ing. Dondorf. — Mit 2 Tafeln. (Städtebau 1912, S. 133.)

Wettbewerb für die Gestaltung des Bahnhofsplatzes in Karlsruhe (s. **1913**, S. 545). Abbildungen der Entwürfe von Seemann (1. Preis), Vittali (1. Preis), Curjel und Moser, Weinbrenner, Walder und Schradin, Belling, Neumeister, Pfeifer und Großmann, Deines, H. Schmidt, Sexauer & Zippelius. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 330.)

Bebauungsplan für die Gohliser Schloßwiesen bei Leipzig; von Stadtbauinspektor Strobel. (Städtebau 1913, S. 43.)

Stadtteil Neu-Ostheim in Mannheim; von Stadtbauinspektor Ehlgötz. — Mit Textabb. (Städtebau 1913, S. 25.)

Landhausviertel „Fünfzehnerworth" der Stadt Straßburg i. E.; von Stadtbauinspektor Ehlgötz. — Mit 11 Tafeln. (Städtebau 1912, S. 136.)

Ingenieurbauten.

Das Monument des Eisens auf der Leipziger Baufachausstellung. Entwurf von Breest & Co. und Arch. Taut und Hoffmann. Eingehende Beschreibung nebst zahlreichen Abbildungen der Anordnung und des Inneren und Aeußeren. (Industriebau 1913, S. 150.)

Wettbewerb für einen Wasser- und Aussichtsturm für Burgstädt i. S.; 1. Preis Arch. Wolf. (Deutsche Konkurr. 1912, Heft 335.)

Listertalsperre. — Mit zahlreichen Abb. (Industriebau 1913, S. 125.)

Kraftwerk Flensburg; Arch. Stadtbaurat Hitzer und Regierungsbaumeister Walter Hildt. — Mit 2 Abb. des Modells. (Industriebau 1913, S. 142.)

Der Riesentunnel unter der Elbe in Hamburg; von Ing. Brünner. — Mit 4 Textabb. (Städtebau 1912, S. 138.)

Verschiedenes.

Darmstädter Bauten von Prof. Müller. Reiseeindrücke von Arch. Witmer-Karrer. — Mit Textabb. und 4 Tafeln. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 99.)

C. Wasserversorgung, Entwässerung und Reinigung der Städte,

bearbeitet von Dipl.-Ing. C. Kellner, Ingenieur der städtischen Kanalisation und Wasserwerke in Hannover.

Oeffentliche Gesundheitspflege.

Die maschinellen und Installationsanlagen der Provinzial-Heil- und Pflegeanstalt Bedburg bei Cleve. (Deutsche Bauz. 1912, S. 578, 587.)

Die Abwässer der Kaliindustrie und ihre Bedeutung für die Wasserversorgung der Städte; von Prof. Dr. v. Drigalski. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 817.)

Fortschritte auf dem Gebiete der Städtereinigung im Jahre 1911. Müllbeseitigung, Wasserversorgung, Kanalisation und Abwasserbeseitigung. (Surveyor 1912, S. 93; Gesundh.-Ing. 1912, S. 695.)

Die Austrocknung Europas. Durch die jetzige gefährliche Wasserwirtschaft der Industrie wird der Vertrocknungsvorgang in schreckenerregender Weise beschleunigt. (Wasser 1912, S. 633.)

Zweck der Straßenreinigung; von J. Bopp. (Städt. Tiefbau 1912, S. 200.)

Abfuhr- und Straßenreinigungswagen; von H. Eger. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 211.)

Neuerungen auf dem Gebiete der Müllverbrennung. Anlage, besonders zur Verbrennung von ungleichmäßigem, stark wasserhaltigem Müll geeignet, nach Uhde. Neuer Verbrennungsofen für große Leistung bei kleinster Abmessung von Satter. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1912/13, S. 270.)

Müllabfuhr; von Stadtbaurat Knipping in Bochum. In Bochum kommen in der Woche 550 bis 680 cbm Müll tatsächlich zur Abfuhr bei 115000 Einwohnern, also auf den Kopf jährlich 0,25 bis 0,31 cbm. Besprechung der Vor- und Nachteile verschiedener Arten der Müllabfuhr. (Techn. Gemeindebl. 1912/13, S. 273.)

Reines Wasser und seine Beziehung zur Gesundheit. Die Todesfälle auf 100000 Einwohner im Jahr sollen in europäischen bzw. in amerikanischen Städten je nach Art der Wasserversorgung betragen bei Versorgung

aus Gebirgsquellen	2 ÷ 11	bzw.	2 ÷ 10
durch gefiltertes Wasser	4 ÷ 20	„	3 ÷ 20
mit Grundwasser	5 ÷ 34	„	5 ÷ 37
mit Talsperrenwasser	16 ÷ 36	„	16 ÷ 35
mit Flußwasser (normal. Verh.)	18 ÷ 39	„	18 ÷ 38
aus großen Seen	19 ÷ 45	„	19 ÷ 54
mit verunreinigtem Wasser	41 ÷ 100	„	39 ÷ 100.

(J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 917.)

Gesundheitliche Bemerkungen zum heutigen Wasserversorgungswesen. Vortrag des Geh. Medizinalrats Dr. Salomon. Besprechung der modernen Wasserversorgung der Städte; Wasserbedarf; Gewinnung und Reinigung. Zum Schluß tritt der Vortragende für den Brunnenschutz und die Brunnenpflege als auch ein Stück Volksgesundheitspflege ein. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 959.)

Zur Frage der Papierfabrikabwässer. Die Papierfabrik Pöckstein in Kärnten hat gegen den Fischereiberechtigten einen fünfjährigen Rechtsstreit mit Erfolg durchgeführt. (Weiße Kohle 1912, Heft 14, S. 157; Wasser u. Abwässer 1912, S. 226.)

Hausmüll und Straßenkehricht; von Dr. Cl. Dörr. Gebräuchliche Arten der Hausmüll- und Straßenkehrichtbeseitigung; Menge und Beschaffenheit dieser Abfälle; Fuhrwesen und Automobilisierung der Straßenreinigung; Müllverwertung durch Verbrennung und nach anderen Methoden; Weiterentwicklung der Müllbeseitigung und Straßenreinigung. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 241.)

Desinfektion der Müllgefäße; von E. Seudelbach. Wichtigkeit der Desinfektion und Aufforderung zur Mitteilung, wo bereits eine Anlage zur Desinfektion der Müllgefäße besteht. (Arch. f. Stadthygiene 1912, Heft 1, S. 4; Wasser u. Abwässer 1912, S. 241.)

Entstaubungsanlagen; von N. Wechsler. Von den Ventilatoren ging man dazu über, den Staub durch Staubdüsen unmittelbar an der Stelle der Arbeitsräume abzusaugen, durch Wasserberieselung oder Filtern niederzuschlagen und die gereinigte, warme Luft den Arbeitsräumen wieder zuzuführen. Ein weiterer Fortschritt war dann das Vakuum-Entstaubungsverfahren. Bei Bahnverwaltungen verwendet man neuerdings ein mit gleichzeitig kombinierter Wirkung von Preß- und Saugluft arbeitendes Verfahren von Borsig. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 472, mit Abb.; Wasser u. Abwässer 1912, S. 241.)

Wasserversorgung.

Allgemeines. Industrie- und Wasserwerksfilter, Wasserenteisenung; von H. Eger. Filterbetrieb mit Filterkerzen; Berkefeldfilter; Hansafilter; Grobkerzen, wo Keimfreiheit nicht verlangt ist; Agga-Verbundfilter, bei denen nach schneller Vorfilterung durch groben Filtersand eine sehr langsame Feinfilterung durch Kerzen erfolgt; Sucrofilter; Enteisenung nach Dessenis und Jacobi in geschlossenem Strome, mittels Bastardpumpe und Kiesfilter sowie mit Sucrofiltern, wobei das Wasser auf Kontaktmaterial gerieselt und bei kleineren Anlagen durch Filtergewebe, bei größeren durch Feinquarzfilter geleitet wird. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 309.)

Bakterienwachstum in Wasserbehältern mit Innenschutzanstrichen; von W. Gärtner. Es wurden Schutzanstriche mit Inertol A, Nigrit und Siderosten-Lubrose auf gut ausgetrocknetem, glattem Zementboden hergestellt, dann Glaszylinder aufgekittet und Wasser aufgefüllt; gleichzeitig wurden Vergleichsproben ohne Anstrich angesetzt. Die Proben vom Boden der Anstrichgefäße zeigten ein ungleich stärkeres Wachstum der Bakterienzahl als die zugehörige Kontrollprobe. In Praxis wird also bei neuen Behältern so lange eine Zunahme der Wasserbakterien zu beobachten sein, wie die Anstriche Nährstoffe an das Wasser abgeben, was etwa 14 Tage dauern dürfte. Zweckmäßig füllt man bei Inbetriebnahme den Behälter, läßt das Wasser einige Tage stehen und entleert dann und wiederholt dies mehrmals. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 907.)

Wasserwerke im Altertum und in der Neuzeit. Wasserleitungen bei den Aegyptern, Römern und in Newyork. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 655.)

Einheit der Bodenfläche als Grundlage für die Berechnung des Wasserverbrauches. Statt des Verbrauches für den Kopf wurde diese Einheit der Berechnung der neuen Newyorker Wasserleitung zugrunde gelegt. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 656.)

Eindringen von Bakterien in Sandfilter. Etwa 25 cm tief in den Sand. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 684.)

Abfassen des Quellwassers. Auch das zweite Berufungsurteil, daß der Beklagte nicht berechtigt sei, das Wasser für sich allein in seinen Keller abzuleiten, hob das Reichsgericht auf. Klägerin war die Gemeinde Krautheim in Baden. (Wasser 1912, S. 872.)

Streit um eine Brunnengerechtigkeit. (Wasser 1912, S. 873.)

Wasserversorgung unzivilisierter Erdteile; von H. Fischer. (Wasser 1912, S. 944.)

Grundwasserentziehung infolge von Tiefbauarbeiten; von Dr. H. Lieske. Rechtliche Gesichtspunkte für die Haftung bei Schädigung der Interessen der Anlieger durch Grundwasserentziehung. (Städt. Tiefbau 1912, S. 375.)

Chemische Zusammensetzung und biologisches Verhalten der Gewässer; von I. König, Dr. Kuhlmann, Dr. Thienemann. Die biologische Untersuchung eines Gewässers allein genügt nicht, um seine Beschaffenheit bzw. die Art seiner Verunreinigung festzustellen, die chemische Untersuchung muß mit der biologischen Hand in Hand gehen. (Z. f. Untersuchg. d. Nahrungs- u. Genußmittel 1911, Heft 3, S. 137; Wasser u. Abwässer 1912, S. 233.)

Selbstverschmutzung des Wassers durch natürliche Wucherungen. (Engineer 1912, II, S. 49; Surveyor 1912, Bd. 42, S. 29; Wasser u. Abwässer 1912, S. 234.)

Handhabung des Wassergesetzes in Sachsen; von S. Bademann. (Deutsche Wasserwirtsch. 1912, XI, S. 212; Wasser u. Abwässer 1912, S. 250.)

Die Abwässer der Kaliindustrie und ihre Bedeutung für die Wasserversorgung der Städte; von Prof. Dr. von Drigalski. Die Kaliabwässer geben dem Vorfluter ein besonderes chemisches Gepräge; sie veranlassen keine organische Verunreinigung oder Infizierung durch Bakterien, sondern rufen eine Versalzung hervor, die sich auch auf das Grundwasser in der Nachbarschaft des Flusses erstreckt, da beim Durchtritt durch die Bodenschichten keine Ausscheidung der gelösten Salze stattfindet. Durch die künstliche Verhärtung und Versalzung des Wassers werden Industrie und Landwirtschaft geschädigt und die Wasserversorgung der an solchen Flüssen liegenden Städte gefährdet. Als einziges mögliches Abwehrmittel wird eine gesetzliche Verhinderung der Errichtung noch weiterer Kaliwerke gefordert. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 817.)

Bestehende und geplante Anlagen. Neue Wasserversorgung von Newyork; von E. Neumann. Die durchschnittliche tägliche Lieferung von 1,28 Mill. ^{cbm} Wasser erfolgte bisher aus den Croton- und Bronxsammelgebieten. Die starke Bevölkerungszunahme — die Einwohnerzahl wächst jährlich um 125 000 Seelen — veranlaßte 1906, mit der Errichtung einer neuen Anlage von großer Ergiebigkeit zu beginnen. Die ganze Unternehmung besteht aus der Ashokan-Talsperre am oberen Hudson 180 ^{km} nördlich vom Weichbild von Newyork mit 492 Mill. ^{cbm} Stauinhalt, der Kensico-Talsperre bei Valhalla 30 ^{km} nördlich Newyorks mit 150 Mill. ^{cbm} Fassungsraum als Sicherheits- und Vorratsbecken, dem Ausgleichbecken bei Hill View, der möglichst mit natürlichem Gefälle verlegten Leitung zwischen Ashokan und Hill View, ferner dem Druckstollen unter der Stadt Newyork mit seinen Verbindungen nach Brooklyn und Richmond. Der sogenannte Catskill-Aquädukt wird auf 88 ^{km} als Betonkanal, auf 22,5 ^{km} als Tunnel, teils mit genieteten Rohren von 2,75 und 3,35 ^{m} Durchmesser ausgeführt. Die Baukosten sind auf 680 Mill. M. veranschlagt. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1912, S. 762, 794, 798.)

Verwaltung der städtischen Wasserwerke Berlin. Der in den vorhergehenden 4 Jahren nahezu gleichgebliebene Wasserverbrauch hat 1910 eine Steigerung von 3 438 000 ^{cbm} erfahren. 2 164 522 Verbraucher. Gefördert sind rd. 70 Mill. ^{cbm} im Jahr. Selbstkostenpreis für 1 ^{cbm} 0,102 M., erzielter Verkaufspreis 0,1423 M. (Wasser 1912, S. 750, 802, 897.)

Wasserverhältnisse Wiens. — Mit Abb. (Wasser 1912, S. 775.)

Städtisches Wasserwerk in Graz. Bericht über das Jahr 1911. Das erste Geschäftsjahr des Werkes in städtischem Betriebe weist die bei der früheren Besitzerin beobachtete normale Entwickelung auf. (Wasser 1912, S. 801.)

Untersuchungen des Magdeburger Elbe- und Leitungswassers von 1904 bis 1911; von Dr. Otto Wendel. (Z. f. öffentl. Chemie, Jahrg. XVIII, Heft I, II.)

Versuchs- und Daueranlage zur Chlorkalkbehandlung in der Stadt Kansas, Mo. — Mit Abb. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 555.)

Enthärtungsanlage in Owensboro. Das aus 19 Tiefbrunnen gewonnene harte und eisenhaltige Wasser wird in Behältern mit Rührwerk mit Kalkmilch versetzt, kommt in 2 Absitzbecken und wird dann noch durch Holzwolle gefiltert. — Mit Abb. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 597.)

Filterbetrieb in Rock Island. Seit Inbetriebnahme starke Abnahme der Typhussterblichkeit. Im Reinwasser kein Geschmack nach Chlor. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 606.)

Erweiterung der Wasserwerke in Singapore. (Surveyor 1912, S. 650.)

Neue Wasserleitung für Exmouth. (Surveyor 1912, S. 682.)

Kgl. bayerisches Wasserversorgungsbureau. Geschäftsbericht für das Jahr 1911. — Mit Abb. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 938.)

Plan eines Wasserwerkes für Rockhampton, Sidney. (Surveyor 1912, S. 761.)

Wasserwerk von Cheltenham. — Mit Abb. (Surveyor 1912, S. 822, 841.)

Druckluftanlage der Filter in Philadelphia. — Mit Abb. (Eng. record 1912, S. 680.)

Wasserreinigungsanlage von South Milwaukee. Erweiterung der bestehenden Gewinnungs- und Reinigungsanlage im Jahre 1911. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 687.)

Städtisches Wasserwerk Dortmund. Betriebsbericht 1911/12. Flußgrundwasserwerk. Es wurde der 1904 geschaffene Anreicherungsgraben in Betrieb genommen und das gewonnene Wasser mit Chlorkalk gereinigt. Ueber Geruch und Geschmack wird nur stellenweise geklagt. Für den Wiedereintritt großer Dürre wurden beim Werke Heugsen ein Absitzbecken und ein neuer Anreicherungsgraben für 17 500 ^{cbm} Wasser täglich errichtet. (Wasser u. Abwässer 1912, Bd. 6, S. 184.)

Wasserwerk von Hinkley. Grundwasserversorgung; 13 000 Einwohner. (Surveyor 1912, S. 906; Wasser u. Abwässer 1912, S. 184.)

Wasserwerk in Gloucester. 32 000 Einwohner. Versorgung aus 5 Stauteichen. Durch Steinpackungen wurden die ins Gleiten gekommenen Staudämme zum Stillstand gebracht. Wucherungen von Chara vulgaris und Nitella verliehen dem Wasser fischigen Geschmack. Die Algen wurden mit Kupfersulfatlösung von 1 : 100 000 mit Erfolg bekämpft. Die Anwendung erfolgt am besten im Frühjahr und ist seit 1905 dreimal geschehen. (Surveyor 1912, S. 883, mit 3 Abb.; Wasser u. Abwässer 1912, S. 185.)

Einzelheiten. Gesundheitliche Beobachtungen bei Haus-Enteisenungsanlagen; von Dr. K. Opitz. Haus-Enteisenungsanlagen sind an möglichst staubfreien Orten aufzustellen. Alle offenen Behälter zeigen hohen Keimgehalt des Reinwassers, der durch Verunreinigungen aus der Luft zu erklären ist. (Klin. Jahrbuch 1912, Heft 3; Gesundh.-Ing. 1912, S. 741.)

Wasserversorgung mittels Delphinpumpwerk; von H. Eger. Der mit dem größeren oder kleineren Wasserverbrauch im Rohrnetz fallende oder steigende Druck betätigt mit Hilfe eines Windkessels eine selbsttätige Schalt- und Anlaßvorrichtung, die eine erste oder zweite Pumpe, entsprechend dem Wasserbedarf, ein- oder ausschaltet. In Düsseldorf eine Anlage von 200 cbm Stundenleistung, in Wien eine solche von 960 cbm, kleinere Anlagen in anderen Städten. Es fallen die Kosten für einen Wasserturm, für ständige Maschinenwartung und für Maschinistenwohnung weg. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 267.)

Delphinpumpwerk und seine Anwendung; von P. Kurgaß. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1912, S. 435.)

Verbot von Wassermessern in Philadelphia. Zurzeit macht sich vielfach der Wunsch geltend, dieses Verbot aufzuheben. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 507.)

Eisenbetonhochbehälter von 1 300 000 Gall. Inhalt. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 525.)

Wasserturm aus Eisenbeton. — Mit Abb. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 525.)

Behandlung des Trinkwassers mit Chlor in Cleveland. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 669.)

Selbsttätige Entlüftung gefüllter Rohrleitungen; Straßenbrunnenventil. — Mit Abb. (J. f. Gasbel. u. Wasservers. 1912, S. 944.)

Dampf oder Wasserkraft; von H. Büggeln. (Wasser 1912, S. 895.)

Abtötung von Bakterien durch Bestrahlung. Die Angaben über den Reinigungswert und die Betriebskosten der Ultraviolett-Sterilisation gehen häufig weit auseinander. Erfahrungen von großen deutschen Werken liegen nicht vor, daher ist es schwierig, ein klares Bild zu bekommen. Leistungsfähigkeit nachstehender Anlagen: 1. Sterilisator der Quarzlampengesellschaft in Hanau, zu hohe Betriebskosten; 2. Apparat von Noyier, annähernd gleichwertig der langsamen Sandfilterung; 3. Sterilisator der Westinghouse - Cooper - Hewitt - Co. für 600 und 1200 l/Stunde und für große Wassermengen; 4. Sterilisator Billon-Daguerre; 5. Sterilisator von Siemens & Halske. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 779.)

Selbsttätige Wasserpumpen; von H. Büggeln. Bei Versorgung ohne Hochbehälter verbraucht eine kleinste Pumpe von 1,5 cbm Leistung in der Stunde für 8 Pf. Strom zur Förderung von 1 cbm Wasser bei einem Strompreis von 20 Pf. für die Kilowattstunde. (Wasser 1912, S. 941.)

Anfressen von Metallen. Besprechung der in der Literatur empfohlenen Mittel zum Schutze besonders der Kondensatorrohre gegen Anfressungen und deren Entstehung durch Säureangriff, chemische und elektrochemische Wirkung; Erörterung der Einwirkung von Wasser, Säuren und Salzlösungen auf metallisches Kupfer. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 198.)

Rosten der Guß- und Schmiederohre; von R. Winkler. Arbeiten von Arndt und Nachtweh und ihre Widersprüche mit den Arbeiten von Wölbling und den Erfahrungen der Praxis. (Haustechn. Rundschau 1912, Heft 16, 17; Wasser u. Abwässer 1912, S. 200.)

Rostgefahr bei schweißeisernen, flußeisernen und harten flußeisernen (Stahl-Röhren), sowie bei gußeisernen Röhren. Besprechung der Feststellungen von Nachtweh und Arndt durch einen ungenannten, jedoch bekannten Fachmann. (Haustechn. Rundschau 1912, Heft 22; Wasser u. Abwässer 1912, S. 200.)

Haltbarkeit von schmiedeeisernen und Stahlrohren. (Eng. news 1911, Bd. 66, S. 753; Wasser u. Abwässer 1912, S. 201.)

Rostbildung in Wasserbehältern. (Z. f. Dampfkessel- u. Maschinenbetrieb 1912, S. 214; Wasser u. Abwässer 1912, S. 202.)

Bruch eines schmiedeeisernen Wasserrohres auf einer Brücke durch ein Automobil. (Eng. news 1911, Bd. 66, S. 716; Wasser u. Abwässer 1912, S. 202.)

Zur Geschichte der Trinkwasserfilterung; von Dr.-Ing. K. Lemberg. Nur eine zentrale Filterung kann den berechtigten Ansprüchen an eine Wasserversorgung genügen. Geschichtlicher Rückblick auf die Entwickelung der Filterung von Flußwasser für Versorgungszwecke in der Zeit von 1839 bis 1894, bis es der Flußwasserversorgung gelungen war, die Anerkennung ihrer Existenzberechtigung zu erringen. (Städt. Tiefbau 1912, S. 357.)

Entwässerung.

Allgemeines. Falsche Sparsamkeit; von J. Barth. Einstweilige Kanalisationsanlagen sind so einzurichten, daß die dazu gebrauchten Baustoffe zu den späteren endgültigen Anlagen wieder Verwendung finden können. Gegen den Vorschlag des Bauamtes hatte die Gemeinde X. einen 1000 m langen einstweiligen Kanal von 60 cm Durchmesser statt aus Ton- aus Zementrohren herstellen lassen. Als nach vier Jahren dieser überflüssig geworden war, zeigte sich bei der Freilegung, daß die Zementrohre sämtlich in Scheitel, Kämpfer und Sohle gerissen waren, so daß sie nur in Stücken aus der Baugrube herauskamen. Die Ausführung des Kanales hatte 66 000 M. gekostet, mit Tonrohren wären 12 000 M. Mehrkosten entstanden. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 173.)

Abwasserreinigung durch Rechen, Gitter und Siebe in England; von Dipl.-Ing. Endris. In England findet sich eine Rechenanlage als selbständige Reinigungsanlage nirgend, sondern nur als Einzelteil einer Anlage mit weitgehender Reinigung. Die Rechen sind meist in doppelter Ausführung vorgesehen und immer in die den Kläranlagen vorgeschalteten doppelten Sandfänge eingebaut; für kleine und mittlere Anlagen mit Bedienung von Hand, auch auswechselbar, für größere im allgemeinen mit maschinellem Betrieb. Beschreibung der teilweise sehr sinnreichen Anordnungen. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 244.)

Mechanische Kläranlagen; von Stadtbaumeister Nack, Metz. Die Rückstände im Kanalwasser enthalten im Mittel 16 % Sink-, 10 % Sperr- und 74 % Schwebestoffe. In 1 cbm Abwasser sind rd. 3,85 l Schwebestoffe von 90 % Wassergehalt oder 0,45 l für 1 Einw. und Tag vorhanden. Feinere Sandteile schlagen sich bei unter 0,25 m/sek Wassergeschwindigkeit im Sandfang nieder. Grobrechen von 25 bis 50 mm Schlitzweite halten Sperrstoffe zurück. Feinrechen für weitergehende mechanische Klärung, welche noch wirksamer erzielt wird in Klärbehältern und Absitzbecken. (Wasser 1912, S. 707, 777.)

Abwasserbeseitigung in Vorflutern mit Gezeitenströmung. (J. of the Royal Sanit. Inst. 1912, S. 12.)

Die Abwasserreinigungsfrage in den Vereinigten Staaten von Nordamerika und Europa. Technische Ausführung mit Rücksicht auf die Sachlage in Chicago, das schätzungsweise 1920 ohne Abwasserreinigung nicht mehr auskommen wird. (J. of the Western Soc. of Eng. 1911, Nr. 7; Gesundh.-Ing. 1912, S. 729.)

Entwickelung und derzeitiger Stand von Kanalisations- und Abwasserreinigungsfrage der Chicago. (J. of the West. Soc. of Eng. 1911, Nr. 7; Gesundh.-Ing. 1912, S. 744.)

Kanalisation von am Meere gelegenen Städten. — Mit Abb. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 206.)

Der Kampf mit dem Schlamm. Der 2 bis 20 % der Trockenmasse betragende Fettgehalt steht der Verwendung zu Düngezwecken im Wege. Nach einem Verfahren von Dr. Großmann wird der Abwasserschlamm entfettet und getrocknet mit Hilfe von überhitztem Wasserdampf. Ein zweites Verfahren, welches in dem ersten Abschnitte die Entwässerung, in dem zweiten die Entfettung vorsieht, besteht darin, daß der Schlamm, wie bei der Torfentwässerung, nach einem Patent Eckenberg naß wie folgt karburiert wird. Wird Torf unter Druck bei 65 ° C und mehr behandelt, so wird er amorph und gibt das Wasser leichter und vollständiger ab; ferner findet eine nasse Karburierung statt, indem Sauerstoff und Wasserstoff vom Kohlenstoffe abgespalten werden und Wasser bilden, der Kohlenstoffgehalt des Torfes also wächst. Gase entwickeln sich dabei nicht wie bei der Trockenkarburierung. So behandelter Abwasserschlamm von 90 % Wasser und 10 % Fett gab in 5 Minuten sein Wasser zum größten Teile ab, von nicht behandeltem Schlamm lief in dieser Zeit nur 1/6 seines Wassers ab. Die Zusammensetzung des Schlammes blieb unverändert. Die Fettentziehung muß nachher folgen. (Surveyor 1912, S. 818; Wasser u. Abwässer 1912, S. 209.)

Die moderne Abwasserbeseitigung in Europa; von Cl. Delkeskamp. Entwickelung und heutiger Stand der Abwasserreinigungsfrage. (Wasser 1912, S. 942, 966 und 1913, S. 55.)

Zur Frage der mechanischen Abwasserklärung. Separaforscheibe Riensch-Wurl. Eine Feinrechenanlage erreicht nahezu den Wirkungsgrad von Brunnen und Becken. — Mit Abb. (Zentralbl. f. Wasserbau u. Wasserwirtsch. 1912, S. 401.)

Bestehende und geplante Anlagen. Kläranlage des englischen Badeortes Burnham; von Dipl.-Ing. Endris. Die Kläranlage ist bemessen für 4500 Einwohner und für einen durchschnittlichen Trockenwetterabfluß von 400 cbm, kann aber die dreifach verdünnte Menge verarbeiten. Ueberschießende Mengen werden auf ein Sturmwasserfilterbett geleitet. Von einem zweiteiligen Sandfang mit dahinterliegendem Rechen kommt das Wasser durch 6 Krümmer in 3 Faulbecken mit Schlammfang und geneigter Sohle, dann durch 3 Beschickungs- und Meßkammern auf 2 Tropfkörper von 16 m Durchmesser und 1,5 m Höhe mit vierarmigen Drehsprengern. Von hier fließt das gereinigte Wasser nach dem Rieselland. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 232.)

Kläranlage und Müllverbrennungsanlage in Heywood. — Mit Abb. (Surveyor 1912, S. 589.)

Kläranlage in Redhill; von Dipl.-Ing. Endris. Angeschlossen sind 30 000 Einwohner. Trockenwetterabfluß 6000 cbm; größter Zufluß 14 000 cbm, wovon 9300 cbm biologisch gereinigt und 4700 cbm vor der Kläranlage durch einen Notauslaß nach 2 Sturmwasserbecken geleitet werden. Rechen; Sandfang; 2 Faulbecken von 1540 cbm Gesamtfassung; zweistufige Tropfkörperanlage mit Nachklärbecken; 3 km Ableitung in das Moleflüßchen. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 283.)

Abwasserreinigungsanlage von Telham. — Mit Abb. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 694.)

Kläranlage der englischen Stadt Bury; von Dipl.-Ing. Endris. 60 000 Einwohner. Die Anlage ist für 100 000 Einwohner vorgesehen. Mischsystem; Kanäle für die sechsfache Trockenwettermenge. Täglicher Trockenwetterabfluß 7000 cbm. Vorreinigung durch Rechen und Sandfang. Ausfällung der ungelösten Stoffe durch Zusatz von Chemikalien in den Fällungsbrunnen, nämlich für 1 cbm Abwasser 60 bis 120 g Eisenalaun. Behandlung in einer zweistufigen Füllkörperanlage. Der anfallende Schlamm wird unter Zusatz von Kalkmilch gepreßt, die Schlammkuchen werden gemeinsam mit dem städtischen Müll im Verhältnis 3 : 1 gemischt und dann verbrannt. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 325.)

Versuche der Stadt Brünn über Gewinnung und Verwertung von städtischem Klärschlamm; von Dipl.-Ing. Schleicher. Menge und Zusammensetzung der Kanalwässer; Versuche zur Vergasung des Klärschlammes; Entwässerung und Trocknung des Schlammes; Verwertung von Nebenerzeugnissen. Die Möglichkeit der vollständigen Gewinnung des in den Kanalwässern enthaltenen Schlammes ist nachgewiesen. Zur weiteren Trocknung genügen bei Heranziehung der Abhitze und Rückstände 2 kg Koksstaub und Kohlengrus auf 100 kg feuchtem Schlamm. 100 kg getrockneter Schlamm liefern 23 cbm reines Gas von normalem Heizwert, 0,75 kg Ammoniak und 52 bis 63 % Koks. Hierdurch werden die Betriebsspesen einer Reinigungsanlage sehr herabgemindert. Die weitgehende Klärung der Abwässer ermöglicht im Falle einer notwendigen weiteren Behandlung eine Einschränkung der Anlagen. (Städt. Tiefbau 1912, S. 337.)

Moderne Abwasserbeseitigung in Europa; von Dipl.-Ing. F. v. Hammel. Beschreibung der Abwasserpumpstation der Dresdener Kanalisationsanlage. — Mit Abb. (Wasser 1912, S. 846, 869.)

Erweiterung der Kanalisation der Stadt Magdeburg. Den Stadtverordneten ist eine Vorlage wegen Erweiterung entsprechend der Vergrößerung des Stadtgebietes von 5500 ha im Jahre 1891 auf jetzt 10 800 ha zugegangen. Außerhalb der Grenzen des vorhandenen Systems ist das Trennverfahren vorgesehen mit Abführung der Regenwässer unmittelbar in die Elbe oder vorhandene Bäche. Mit 3 915 000 M. Baukosten sollen in den nächsten Jahren vorläufig 37 000 m Brauch- und 29 000 m Regenwasserkanäle ausgebaut werden. (Wasser 1912, S. 947.)

Geplante Kanalisation für die Stadt Laubach; von Dr.-Ing. Th. Heyd. Lage, Bodenbeschaffenheit, Grundwasser und örtliche Verhältnisse; vorhandene Entwässerung. Aufgaben der Neukanalisation. Grundlagen des Entwurfs der Kanalisation und der Kläranlage. 1900 Einwohner. Entwässerung der Altstadt nach dem Mischverfahren, im übrigen Trennverfahren. Gebiet 24,19 ha mit 120 Bewohnern für 1 ha bei 8 ha, im übrigen mit 80 Bewohnern für 1 ha. 5 Trennkanalgebiete; 1 Mischkanalgebiet mit Entlastungskanal. Geringste Ueberdeckung der Regenkanäle 1,20 m; mittlere Sohlentiefe der Schmutzwasserkanäle 2,0 m mit einem geringsten Gefälle von 1 : 500. Stärkere Gefälle als 1 : 20 wurden möglichst vermieden. Kreisprofil; bei 200 bis 500 mm Steinzeug, bis 700 mm Beton mit Steinzeugschalen bis Kämpferhöhe. Nähere Angaben über die zugrunde gelegten Abwassermengen. Mechanische Reinigung durch Sandfang mit Rechen und Klärbrunnen unter einer Durchflußgeschwindigkeit von 1,9 mm/sek. Baukosten insgesamt rd. 145 000 M. Betriebskosten auf rd. 700 M. geschätzt ohne Schlammbeseitigung, deren Kosten wohl durch den Verbrauch des Schlammes als Dünger aufkommen. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 363.)

Einzelheiten. Praktische Versuche betreffs Lüftung von Geruchverschlüssen an Abwasserleitungen; Auszug aus einem Vortrag von A. C. Karsten. — Mit Abb. (Gesund.-Ing. 1912, S. 653.)

Erfahrungen beim Ausbau von Kanalbaugruben; von Stadtbaumeister Schech. Eine 5 bis 6 m tiefe Kanalbaugrube stürzte trotz guter normaler Ausbohlung auf 40 m Länge mit lautem Getöse ein, da ein neben der Baugrube verlaufender, vorher unbekannter alter Minengang durch die Erschütterung bei den Bauarbeiten zusammenbrach. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 221.)

Schlamm- und Sandfanganlage für Düker in Magdeburg. Vorkammern, Schlammbecken und Dükerauslaß, Rohrauslaß. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 222.)

Schutzanstriche bei Tiefbauten. Verwendung von Inertol. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 235.)

Fäulnisfähigkeit der sedimentierbaren und nicht sedimentierbaren Abwassersuspensionen. Die pseudokolloidalen und sonstigen schwer sedimentierbaren Stoffe sind bedeutend fäulnisfähiger als die absitzbaren Suspensionen. (Americ. J. of Public Health 1912, S. 97; Gesundh.-Ing. 1912, S. 666.)

Eisenbetonkanal des Hauptwassersammlers zu Berlin-Lichtenberg; von E. Schlotterer und M. Rüdiger, Berlin. Kastenquerschnitt in 3,6 × 1,9 m, 3,1 × 1,9 m und 1,75 × 1,75 m lichter Weite. Die Kosten einer normalen Strecke des fertigen Querschnittes von 3,60 × 2,05 m betrugen 203,50 M. Zur Grundwasserabsenkung 10 m tiefe Rohrbrunnen in 10 bis 20 m Abstand. Dichtung der Kanäle außen im Grundwasser mit Diapolit; über wechselndem Grundwasserstand dreimaliger Preolitanstrich; innen 1½ cm Zementglattputz und zweimaliger Bitumenanstrich. (Beton u. Eisen 1912, S. 305.)

Verwendbarkeit von Zementröhren. (Städt. Tiefbau 1912, S. 317.)

Müllersche Faulkammer. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 318.)

Neuere Luftdruckhebeanlagen für Schmutzwässer und Klärschlamm; von Dipl.-Ing. E. Immerschitt. Druckluftpumpen; Luftdruckhebeanlage mit Druckkessel. — Mit Abb. (Städt. Tiefbau 1912, S. 344.)

Eigenartiges Verfahren der Ausbesserung eines undichten schmiedeeisernen Abwasserrohres. (Eng. news 1911, Bd. 66, S. 735; Wasser u. Abwässer 1912, S. 202.)

Verwertung von Gas von Faulräumen zur Krafterzeugung. (Eng. record 1912, Bd. 65, S. 523.)

Neuere Patente über Abwässerreinigung. Rotierendes Planfilter zum Entwässern von Schlamm; Filter mit Saugkammer zum Entwässern von Schlamm; Kläranlage für Abwässer zur selbsttätigen Abführung der Schlammassen; Verfahren und Vorrichtung zur maschinell-mechanischen Reinigung von Flüssigkeiten mittels einer senkrecht zur Fließrichtung sich drehenden Siebscheibe; Trommelfilter für Abwässer mit schwebenden Fremdkörpern; Faulkammeranlage mit Schlackenabdeckung, um die organischen Abwasserbestandteile unter Benutzung eines anaerobischen Bakterienbettes im Faulraum zu verflüssigen; Faulkammeranlage von P. Müller; Vorrichtung zum Reinigen von Abwasser von L. Linden mit von oben nach unten sich erweiterndem Einlauf, von unten nach oben sich erweiterndem Klärraum und Prellplatten zur Rückhaltung der Schwimm- und Schwebestoffe; Einrichtung zur Schlammentfernung mittels Abtrennhaube; Vorrichtung zum Verteilen von Abwasser auf biologische Körper. Weiterbildung des Geigerschen Drehsprengers; Reinigung von stark organisch verunreinigten Abwässern, indem sie mit Säuren behandelt, dann alkalisch gemacht und noch mit Metallsalzen versetzt werden; Reinigung mit einem Gemisch von Ton und Chemikalien; Verfahren von Dr. Gebhard, Fäkalien und Abwasserschlamm durch Zusetzen von Seeschlick geruchlos und gewerblich verwertbar zu machen. — Mit Abb. (Wasser u. Abwässer 1912, S. 214.)

Beseitigung schwebender Stoffe aus den Abwässern der Tuchfabriken durch die Babrowskische Filtertrommel. — Mit Abb. (Soz. Technik 1912, Heft 7; Wasser u. Abwässer 1912, S. 217.)

D. Strafsenbau,

bearbeitet von Regierungsbaumeister G. Oppermann, Hannover

Allgemeines.

Aufgaben und Ziele der Internationalen Straßenkongresse und die bevorstehende Tagung dieses Kongresses in London 1913; von Hugo Franz. Vortrag in der österreichischen Gesellschaft zur Bekämpfung der Rauch- und Staubplage. Verhandlungen der bisherigen Kongresse und ihre Ergebnisse; Plan des Londoner Kongresses. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1913, S. 352.)

Asphaltsee auf der Insel Trinidad und Verwertung des Trinidad-Asphalts; nach einem Vortrag von Dipl.-Ing. Dr. Graefe. Herkunft und Gewinnung des Asphalts und seine Verwendung im Straßenbau. (Techn. Gemeindebl. 1913, S. 10.)

Die Hofzufahrt und das öffentliche Interesse; von Stadtbaurat H. Steinberger. (Techn. Gemeindebl. 1913, S. 70.)

Die Straßenanlagen vom wirtschaftlichen und ästhetischen Standpunkte; von Stadtbaumeister Schäfer. (Bauwelt, Jahrg. 4, Nr. 9; Techn. Gemeindebl. 1913, S. 108.)

Strafsenneubau.

Einige allgemeine Bemerkungen über Neuerungen im Straßenbau; von Baurat Höpfner. Neue Arten der Straßenbefestigung infolge des Automobilverkehrs; die Staubfrage und ihre Berücksichtigung beim Straßenbau. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 105.)

Teer als Baustoff für Stadtstraßen. Folgerungen aus dem Reisebericht über englische Teerstraßen von Regierungsbaumeister a. D. Scheuermann. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 138.)

Getränktes Weichholzpflaster. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 146.)

Entwickelung des Wegewesens in Preußen unter der Herrschaft der kommunalen Selbstverwaltung; von Hüge. Kurze Mitteilung. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 179.)

Mitteilungen über die Breslauer Straßenbefestigung; von Magistratsbaurat J. Schulze. Bericht in der Hauptversammlung der Vereinigung der technischen Oberbeamten deutscher Städte. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 202.)

Straßenteerungen; von Kgl. Baurat Hentrich. Bericht in der Hauptversammlung der Vereinigung der technischen Oberbeamten deutscher Städte. Stoffe und Bestimmungen für die Oberflächenteerung und die Innenteerung. Arten der Teerung, Maschinen. Vorzüge und Haltbarkeit der Teerstraßen. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 237.)

Straßenquerschnitte; von E. Genzmer. Die Breiten der Straßen sind nach dem zu erwartenden Verkehr zu bemessen, um wirtschaftliche Anlagen zu schaffen. Vorgärten. Straßen an steilen Hängen. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 305.)

Verwendung von Stampf- und Eisenbeton zur Straßenpflasterung. In Davenport wurde bei einem Untergrund aus losem Müll verschiedener Fabrikbetriebe eine 25 cm dicke Lage aus Stampfbeton verwendet, die sich gut bewährt hat. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 909.)

Bericht über eine 1911 nach England und Schottland gemachte Reise zum Studium von Teerstraßen, erstattet auf Grund der Einzelberichte der Reiseteilnehmer vom Kgl. Baurat Hentrich. (Gesundh.-Ing. 1912, S. 909.)

Einheitliche Straßenbordsteine; von Stadtbauinspektor Scheuermann. Normalprofil auf Grund der am meisten verbreiteten Abmessungen und Bearbeitungen, eingeteilt in verschiedene Gruppen, die sich den jetzt gebräuchlichen Abmessungen nähern. Wirtschaftlicher Vergleich der neuen Querschnitte. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1913, S. 65.)

Gründung der Siemensstraße in Berlin-Oberschönweide; von Gemeindebaurat Th. Hamacher. Die Straße führt durch mooriges Gebiet. Es wurde eine als Gerberträger ausgebildete Betonüberbrückung auf 4 durchgehenden Längsbalken angewandt, die in etwa 5 m Abstand durch Eisenbetonpfähle, nach Mast, getragen wird. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1913, S. 72.)

Strafsenunterhaltung, Beseitigung des Strafsen- und Hauskehrichts.

Straßenreinigung. Das Gesetz über die Reinigung öffentlicher Wege, das im verflossenen Jahre von den beiden Häusern des preußischen Landtages angenommen wurde, wird kurz besprochen. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 83.)

Aus der Praxis des Straßenreinigungswesens; von J. Bopp. Kehrmaschinen. Staubbekämpfung. Schneeabfuhr. Straßenbesprengung. Allgemeine Erörterungen. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 159.)

Abwässer der Fabriken als Straßenstaubbekämpfungsmittel; von Prof. Dr. Rohland. Ablaugen der Sulfitzellulosefabriken und der Kaliwerke. Verschiedene Versuche haben bereits gute Ergebnisse gezeigt. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 247.)

Das Automobil auf der Landstraße und die Staubplage; von Bürgermeister Metzmacher. Schädigungen durch die Automobile. Begrenzung der Geschwindigkeit ist erforderlich. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 248.)

Neues, billiges Staubbindemittel; von P. M. Grempe. Bindung des Staubes durch Abfallaugen. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 251.)

Tafeln für Zinseszins- und Rentenrechnung zur Berechnung des Gestehungspreises zu unterhaltender Asphaltstraßen; von Dr. Brehmer. Erklärung der Tafeln. (Techn. Gemeindebl. 1912, S. 327.)

Straßenteerung in der Rheinprovinz. Hier ist man von der Oberflächenteerung, weil unwirtschaftlich, abgekommen. (Techn. Gemeindebl. 1913, S. 32.)

Stampfasphaltarbeiten im Eigenbetrieb unter Benutzung einer feststehenden gemauerten Darre; von Stadtingenieur Brech. Stampfasphaltarbeiten wurden bisher sehr teuer, da sie an auswärtige Unternehmer vergeben werden mußten. Beschreibung der Darre. Kosten. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1913, S. 34.)

Straßenbau im südlichen Belgien; von E. Schneider. Gestaltung einer großen Anzahl Straßen. — Mit Abb. (Techn. Gemeindebl. 1913, S. 54.)

Neuer Asphalt-Makadam. Es wird hingewiesen auf das Eagle-Bitumen als Bindemittel, das die unangenehmen Eigenschaften des Teeres nicht besitzen soll und bereits gute Ergebnisse aufweisen kann. (Techn. Gemeindebl. 1913, S. 108.)

Klinkerstraßen. Für stille Straßen sehr geeignet. (Techn. Gemeindebl. 1913, S. 140.)

E. Eisenbahnbau,

bearbeitet vom dipl. Ingenieur Alfred Birk, o. ö. Professor an der k. k. Deutschen Technischen Hochschule in Prag.

Trassierung und Allgemeines.

Gleisverschwenkungen. H. Voigt zeigt einen einfachen Weg zur Berechnung der für die Aussteckung erforderlichen Größen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 215.)

Anwendung geometrischer Umwandlungen bei parabolischen Uebergangskrümmungen. Rueda verwandelt die Parabeln in gerade Linien, um bequeme Schaulinien zu erhalten. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongr.-Verb. 1913, S. 322.)

Die serbische Adriabahn durch Albanien. Beschreibung des Vorschlages von Ing. Briat. — Mit Karte. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 236.)

Das Eisenbahnverkehrswesen auf der Weltausstellung Turin 1911; von Baurat Guillery. Beschreibung der ausgestellten Pläne und Schaustücke von Verladeanlagen, Drahtseil- und Zahnbahnen; Förderbänder. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 193.)

Statistik.

Entwickelung des Eisenbahnnetzes der Erde (s. **1912**, S. 513). Bildliche Uebersicht mit Zahlenangaben. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 463.)

Betriebsergebnisse der preußisch-hessischen Staatsbahnen im Rechnungsjahre 1911 (s. **1913**, S. 559). (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 497.)

Finanzielle Ergebnisse der Berliner Stadt-Ring- und Vorortbahnen in den Jahren 1910 und 1911. Der Fehlbetrag einschließlich Zinsen (4%) stellt sich auf rund 10250000 M. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 393.)

Verkehrswesen des Königreichs Sachsen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 609.)

Schweizerische Eisenbahnen im Jahre 1912 (s. **1913**, S. 328). (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 280, 295, 318; Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 656.)

Bericht der italienischen Staatsbahnen für das Jahr 1911/12 (s. **1913**, S. 328). (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 416, 433.)

Rußlands Eisenbahnen im Jahre 1912 (s. **1913**, S. 559). (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 465.)

Beschreibung ausgeführter Bahnen.

Murgtalbahn. Beschreibung der Anlage und des Baues. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 247.)

Lokalbahn Garmisch-Partenkirchen-Reutte. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 760.)

Mariazeller-Bahn (s. **1910**, S. 491). Beschreibung der Anlage und des Betriebes. — Mit Abb. (Rev. génér. des chem. de fer 1913, I, S. 224.)

Mittenwaldbahn (s. **1913**, S. 561). — Mit Abb. (Oesterr. Eisenb.-Z. 1913, S. 248.)

Geplante russisch-persische Eisenbahn Dschulfa-Täbris-Kaswin. — Mit Karte. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 230.)

Eisenbahnunterbau.

Gebirgswälder und Eisenbahnen (s. **1913**, S. 560). Der gut bestockte und sachgemäß behandelte Gebirgswald spielt eine hervorragende Rolle zur Sicherung des Gebirgsbahnbetriebes. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 722.)

Auswitterungen an Eisenbahnbauten. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 526.)

Dammschüttungen in Mooren. Erörterung der Vorschriften der preußischen Staatseisenbahnverwaltung. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 248.)

Eisenbahnoberbau.

Wirtschaftsfragen der Gleisunterhaltung. Eisenbahnbauinspektor Waas gibt in einer Formel die

Beziehungen zwischen Anlagewert, Liegedauer und Altwert. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 410.)

Schadhafte Schienen und einige Verfahren zur Erkennung der Schäden. — Mit Abb. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongr.-Verb. 1913, S. 435.)

Bedingungen für die Lieferung von Stahlschienen, Newyork-Zentralbahn. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 218.)

Ursachen der ungleichmäßigen Abnutzung von Straßenbahnschienen (s. 1912, S. 424). Auszug aus dem Berichte, den der Ausschuß des Vereins englischer Straßenbahnverwaltungen über die Ergebnisse seiner Untersuchungen erstattet hat. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1913, S. 304.)

Ursachen der unregelmäßigen Abnutzung der Straßenbahnschienen; von Geh. Baurat Gravenhorst. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1913, S. 375.)

Reibungswiderstand zwischen Schiene und Lasche in den Anlageflächen; von Chefing. van Dijk. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 216.)

Gleisverlegung auf hölzernen Querschwellen bei Eisenbahnen mit dichtem Verkehr und hohen Fahrgeschwindigkeiten; von Ziviling. van Dijk. — Mit Abb. (Bull. d. internat. Eisenb.-Kongreß-Verb. 1913, S. 327.)

Holz- oder Eisenschwellen (s. 1913, S. 560). Rechnerischer Wirtschaftlichkeitsvergleich. Studien von Waas und Biedermann. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 430, 734.)

Eiserne Bahnschwellen in den Vereinigten Staaten von Amerika. Erfahrungen auf einigen Bahnen unter besonderen Verhältnissen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 777.)

Versuche mit Eisenbetonschwellen und die „Asbeston"-Schwelle von R. Wolle. Ing. Kühl gibt Mitteilungen über die bisherigen Versuche. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 229.)

Eisenbeton im Straßenbahnbetrieb. Beschreibung und Abbildung gebräuchlicher Schienenunterlagen. (Mitt. d. Ver. f. d. Förd. d. Lokal- u. Straßenbw. 1913, S. 73.)

Einfluß der Einbettung des Gleises auf das Verhalten des Oberbaues; von Dr.-Ing. Sammet. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 468.)

Gleisabzweigung aus gekrümmter zweigleisiger Hauptbahnstrecke. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 266.)

Straßenbahngleise in Kleinpflasterstraßen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1913, S. 339.)

Doppelspurige Gleise für Straßen- und Kleinbahnen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1913, S. 424.)

Gleisberechnungen für Straßenbahnen. Berechnung von Kurvenschienen und Weichen. — Mit Abb. (Z. f. Transportw. u. Straßenbau 1913, S. 353, 377, 400.)

Bahnhofsanlagen und Eisenbahnhochbauten.

Umbau des Hauptpersonenbahnhofs Cassel. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 414.)

Neues Empfangsgebäude auf Bahnhof Travemünd-Strand. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 306.)

Anlage zur Bekohlung der Lokomotiven im Bahnhofe Kempten. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 180.)

Elektrischer Betrieb.

Elektrischer Vollbahnbetrieb und Militärverwaltung. Baurat G. Soberski gibt für die Verteidigung dem elektrischen Bahnbetrieb, für den Angriff dem Dampfbetrieb den Vorzug; letzterer kann nicht ganz verdrängt werden. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 621.)

Mit hochgespanntem Gleichstrom betriebene Bahnen. Erörterung der Vor- und Nachteile des Gleich- und des Wechselstromes. Beschreibung ausgeführter Bahnen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 592.)

Elektrischer Ausbau der Stadt-, Ring- und Vorort-Bahnen in Berlin (s. 1913, S. 329); von Baurat G. Soberski. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 141, 163, 183.)

Systemfrage und Kostenfrage für den hydroelektrischen Betrieb der schweizerischen Eisenbahnen. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 609.)

Elektrischer Betrieb der Bahn Kristiania-Drammen. Die 52,9 ^{km} lange Bahn soll von 1,067 ^{m} auf Vollspur umgebaut und dann elektrisch betrieben werden. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 395.)

Elektrische Stadtschnellbahnen der Vereinigten Staaten von Nordamerika (s. 1913, S. 561); von F. Musil. Anlage, Bau und Betrieb der Stadtbahnen in Newyork, Boston, Philadelphia und Chicago. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 115, 133, 153, 173, 191, 209.)

Aufsergewöhnliche Eisenbahnen.

Bergseilschwebebahnen. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 266.)

Hängebahn von A. Bleichert zum Bedienen von Kohlenlagern. Lagerplatz der Hedwigshütte in Charlottenburg. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 238.)

Berechnung von Schutzbrücken für Drahtseilschwebebahnen. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 210.) — Ergänzende Bemerkungen. (Ebenda, S. 356.)

Eisenbahnbetrieb.

Geschwindigkeits-Schaulinie nach den Angaben von Geschwindigkeitsmessern, die nur die mittlere Geschwindigkeit aufzeichnen; von Eisenbahn-Assessor A. Schöner. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 237.)

Ueberfahren des „Halt"-Signales auf Gefällstrecken. Regierungsbaumeister Simon empfiehlt die Aufstellung von Merkzeichen in Zuglänge vor dem Gefällsbrechpunkte. — Mit Abb. (Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 122.)

Vereinfachung des Zugmeldeverfahrens. O. Schmidt schlägt vor, unter Beibehaltung des Rückmeldeverfahrens auf das Anbieten und Annehmen und Abmelden der Züge ganz zu verzichten. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 605.)

Ablaufsignal mit Außenbeleuchtung auf dem Bahnhof Tempelhof. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 194.)

Verwendung von Triebwagen und leichten Zügen auf den badischen Staatseisenbahnen. Aus der Denkschrift der Generaldirektion für den Landtag. — Mit Abb. (Mitt. d. Ver. f. d. Förd. d. Lokal- u. Straßenbw. 1913, S. 61.)

Kosten des Verschiebe- (Rangier-) Dienstes (s. 1913, S. 562). (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 717.)

Unfälle auf den englischen Eisenbahnen im Jahre 1911. (Rev. génér. des chem. de fer 1913, I, S. 245.)

F. Grund- und Tunnelbau,

bearbeitet vom Geh. Baurat L. von Wil ann, Professor an der Technischen Hochschule zu rmstadt.

Grundbau.

Ueberbauung der Charlottenburger Untergrundbahn durch das deutsche Opernhaus (s. **1913**, S. 330). Die Unterstützung der über dem Tunnel liegenden Gebäudeecke durch genietete Träger und Zweigelenkbogen wird kurz beschrieben. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 380.)

Eisenbeton-Kaimauern der norddeutschen Seehäfen; von Rud. Christiani. Von der Behandlung der auf kastenförmigem Grundbau aufruhenden Kaimauern wird abgesehen, es werden nur solche besprochen, die von eingerammten Betonpfählen getragen sind. Die Herstellung und Einrammung der Eisenbetonpfähle wird ausführlich beschrieben. — Mit Abb. und Schaub. (Mitteil. über Zement usw. Nr. 13, S. 97, Beibl. d. Deutsch. Bauz. 1913.)

Die Druckluftgründung der Pfeiler der Walche-Brücke in Zürich wird gelegentlich der Beschreibung dieser mit drei Oeffnungen versehenen Eisenbetonbogenbrücke von Fritz Locher mitgeteilt. Sie erfolgte mittels Arbeitskammern aus Eisenbeton, die an Ort und Stelle auf künstlichen Auffüllungen innerhalb vorläufig hergestellter Spundwände angefertigt und dann unter stetem Aufbau des Pfeilermauerwerks versenkt wurden. Ausführliche Beschreibung der Ausführungsarbeiten. — Mit Abb. und Schaub. (Schweiz. Bauz. 1913, II, S. 6.)

Bau von zwei Trockendocks im Hafen von Brest; von Bezault und Thévenot. Die Seitenmauern der beiden 250 ^{m} langen und 43 ^{m} breiten Docks wurden auf Senkkasten aus Eisenbeton gegründet, die mit Hilfe von Preßluft abgesenkt wurden. — Mit Abb., Schaub. und 7 Tafeln. (Ann. des ponts et chauss. 1913, II, S. 260—334.)

Der Grundbau des Woolworth-Gebäudes in Newyork, eines 230 ^{m} hohen Bauwerks mit 55 Stockwerken, besteht aus 9,14 ^{m} tief mittels Druckluft abgesenkten Pfeilerkästen von verschiedenem Durchmesser, die, durch Träger miteinander verbunden, die Wände und Mittelsäulen aufnehmen. Beschreibung der Bauarbeiten. — Mit Abb. (Eng. record 1913, Bd. 68, S. 22.)

Grundwassersenkungs- und Betonierungsanlagen beim Bau von Schleppzugschleusen im Emsabstieg des Dortmund-Ems-Kanals werden von Zimmermann ausführlich beschrieben. — Mit Abb. und 1 Tafel. (Z. f. Bauw. 1913, S. 525.)

Grundwasserabsenkungen bei Gründungsarbeiten. Kurze Besprechung dieser in neuerer Zeit bei sandigem oder kiesigem Untergrunde immer häufiger zur Anwendung kommenden Erleichterung für die Gründungen bei ungünstigen Grundwasserverhältnissen, wobei auf das neu erschienene Werk von Kyrieleis, Berlin 1913, mit gleichem Titel hingewiesen wird. (Ann. f. d. Gew. u. Bauw. 1913, Bd. 72, S. 233.)

Erfahrungen mit der Sprengung der alten Brückenpfeiler im Oder-Spree-Kanal; von Möller. Die Herstellung der Sprenglöcher mit einer Dampfbohrmaschine der Ingersoll-Rand-Co. wird besprochen und es werden der Verbrauch an Sprengstoffen und die Kosten mitgeteilt. — Mit Abb. u. Schaub. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 401.)

Abbruch der Pfeilerfundamente der alten Viktoria-Brücke in Bromberg; von A. Köhler und V. Lewe. Infolge der Kanalisierung der Brahe mußte die mit drei Oeffnungen von je 11 ^{m} Spannweite versehene alte, aus Backsteinmauerwerk hergestellte Brücke einer neuen aus Eisenbeton mit nur einer Oeffnung weichen. Gelegentlich der Schilderung des Neubaues wird auch der Abbruch der aus Beton zwischen Spundwänden hergestellten Fundamente der alten Strompfeiler besprochen, der im Schutz eines Fangdammes durch Abkeilen des sehr festen Betons erfolgte. Erleichtert wurde dies zwar dadurch, daß der in Schichten von etwa 40 ^{cm} Höhe eingebracht gewesene Beton fast keine Verbindung zwischen den einzelnen Schichten zeigte. — Mit Abb. u. Schaub. (Mitteil. über Zement usw. Nr. 15, S. 114, Beiblatt d. Deutsch. Bauz. 1913.)

Statische Berechnung von Eisenbeton-Grundplatten; von H. Hövermann. Die Bedingungen für die Anwendung solcher Platten als durchlaufendes Grundwerk sowie die Berechnung werden ausführlich behandelt. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 275.)

Eisenbetonspundwände und -pfähle vom Bau der Schleppzugschleusen bei Hohensaaten werden von Bergius gelegentlich der Besprechung der Eisenbetonausführungen dieses Baues beschrieben. — Mit Abb. u. Schaub. (Beton u. Eisen 1913, S. 230.)

Eisenbetonpfähle für die Bauten der Chicago-Rock Island und Pacific Eisenbahn werden beschrieben nebst der Holzform, die für ihre Herstellung dient. Sie sind achteckig mit stumpfer Spitze und haben eine stabförmige und eine spiralförmige Längsbewehrung. — Mit Abb. (Eng. record 1913, Bd. 67, S. 606.)

Herstellung von Betonpfählen durch Einrammen eines Vortreibpfahles, der ein Schutzrohr nach sich zieht, D. R. P. 257 518 von Dimitri Nikolaewitsch Alexeeff in Moskau. Kurze Beschreibung. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 448.)

Sicherung von Betonpfählen gegen Setzen, D. R. P. 254 115 von Ackermann & Co. in München. Nach Absenkung eines Blechrohres mittels Rammkern in üblicher Weise wird die an der unteren Spitze befindliche Kappe mit einem Stahlrohr durchstoßen, dessen Ende durchlöchert ist und durch welches Zement unter den Pfahl in den Boden gespritzt wird. Dieser Zement befestigt den Boden, so daß der mit Beton ausgefüllte Blechpfahl einen größeren Widerstand gegen weiteres Eindringen vorfindet. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 336.)

Spundwände. Es werden Hängeblechspundwände besprochen. — Mit Abb. (Südd. Bauz. 1913, S. 55.)

Eiserne Spundwände; von Zimmermann (s. **1913**, S. 565). Zur Ergänzung des Aufsatzes von Scheck werden Mitteilungen über die Erfahrungen gemacht, die sich beim Bau des Dortmund-Ems-Kanals bei den Schleppzugschleusen im Emsabstieg mit eisernen Spundwänden von der Bauart Larssen ergaben und die sehr zu deren Gunsten ausfielen. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 333.)

Eine eiserne Spundbohle mit klauenförmig ineinander greifenden Gelenkflanschen und gekröpftem Steg wurde von der Lackawanna Steel Comp. in Newyork zum Patent angemeldet. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 414.)

Kraftramme mit Sicherung des Rammkörpers gegen Aufschläge des Bären, D. R. P. 252 947 von Rob. Fleming Arnott in Newyork. Kurze Beschreibung. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 368.)

Tunnelbau.

Der Luftwiderstand im Simplontunnel wurde bei einer Zuggeschwindigkeit von 60 ^{km} in der Stunde zu 6,3 ^{kg} für jede Tonne des Zuggewichtes gemessen, wenn der Zug in der gleichen Richtung wie der Lüftungsstrom fuhr. Bei entgegengesetzter Richtung betrug er 9,2 ^{kg} für die Tonne, war also beträchtlich größer. Bei Zuggeschwindigkeiten unter 25 ^{km} in der Stunde verringert

sich natürlich auch der Luftwiderstand beträchtlich und, falls der Zug mit dem Lüftungsstrom fährt, erhält er sogar eine Beschleunigung. Deshalb ist anzuraten, daß im allgemeinen im Tunnel langsamer als auf offener Strecke gefahren wird. Nach Ausbau des zweiten Tunnels wird sich im Simplontunnel der Luftwiderstand verringern, da das Gleichgewicht des Luftdrucks durch die vielen Querschläge sich in beiden Tunnelröhren leichter wieder herstellen wird. Die Frage des Luftwiderstandes ist namentlich auch für die Untergrundbahnen von großer Bedeutung. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 584.)

Bau der Umgehungsbahn bei Elm und des dortigen 3560 m langen Tunnels. Kurze Schilderung. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 547.)

Die Abmessungen und Querprofile der Tunnelbauten auf der Mittenwaldbahn in Tirol werden gelegentlich der ausführlichen Beschreibung dieser Gebirgsbahn von Wilh. Winternitz mitgeteilt. — Mit Schaub. und Tafeln. (Allgem. Bauz. 1913, S. 103.)

Durchschlag des Rudersdorfer Tunnels am 8. März 1913 (s. **1913**, S. 566) sowie kurze Beschreibung des 2645 m langen Tunnels. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 547.)

Durchschlag des Moltertobel-Tunnels auf der Arlbergbahn am 17. Mai 1913. Er wurde durch eine Trassenverlegung (s. **1913**, S. 566) notwendig. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 399; Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 645.)

Der Lötschbergtunnel wird im Anschluß an die Eröffnung der Lötschbergbahn neben dieser selbst kurz besprochen. — Mit Abb. u. Schaub. (Engineer 1913, II, S. 17; Génie civil 1913, Bd. 63, S. 181; Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 350; Deutsche Bauz. 1913, S. 487.)

Vom Bau des Simplontunnels II. Vertrag mit der Firma Hunziker & Co. bezüglich der Lieferung von Kunststeinen für die Verkleidung des Tunnelmauerwerks an nicht druckhaften Stellen. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 346.)

Monatsausweise über die Arbeiten im Simplontunnel II (s. **1913**, S. 567). Im Mai wurden die Installationen weiter gefördert. Auf der Nordseite kann die Arbeit mit den Bohrhämmern mit Anfang Juli beginnen; ein zweiter Niederdruckkompressor (Bauart Burkhardt) wurde montiert. — Auf der Südseite wird mit der vorläufigen Bohrinstallation gearbeitet. Zwei Niederdruckkompressoren (Bauart Meyer) nebst Windkesseln wurden im Juni aufgestellt. Die Anschlüsse beidseitig der Druckstelle bei Kilometer 4,4555/4,493 sind in Arbeit. Im Juni betrug:

	Nordseite	Südseite	Zus.
vom Firststollen die Monatsleistung	211 m	223 m	434 m
Stand am 30. Juni	1352 „	624 „	1976 „
vom Vollausbruch die Monatsleistung	261 „	203 „	464 „
Stand am 30. Juni	1150 „	498 „	1648 „
vom Widerlager die Monatsleistung	221 „	113 „	334 „
Stand am 30. Juni	903 „	136 „	1039 „
vom Gewölbe die Monatsleistung	219 „	76 „	295 „
Stand am 30. Juni	849 „	76 „	925 „
vollendeter Tunnel am 30. Juni	838 „	64 „	902 „
in Prozent der Tunnellänge	4,3	0,3	4,6
der mittlere Schichtenaufwand täglich im Tunnel	716	559	1275
außerhalb des Tunnels	410	312	722
zusammen	1126	871	1997

(Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 322; II, S. 27.)

Tabellarische Zusammenstellung über die Arbeiten am Grenchenbergtunnel in den Monaten April, Mai und Juni 1913 (s. **1913**, S. 567). (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 362, 456, 493.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Grenchenbergtunnel (s. **1913**, S. 567). Auf der Nordseite ruhte der Vortrieb des starken Wasserzudranges wegen im Mai an 11 Tagen; erst am 12. Juni konnte er wieder aufgenommen werden; der durchschnittliche tägliche Fortschritt betrug dann 6,66 m. Auf der Südseite wurde am 20. Mai bei Kilometer 1,614 eine große Spalte angeschlagen, die viel Wasser führte, daher konnten nur 10 m vorgetrieben werden. Die Wassermenge betrug 830 $^{l}/_{sek.}$, sank aber gegen Ende des Monats auf 630 $^{l}/_{sek.}$ Am 1. Juni wurde der Vortrieb wieder aufgenommen. Im neu erschlossenen Stollen nahm dann der Wasserzutritt stetig ab und hörte bei Kilometer 1,706 ganz auf. Der durchschnittliche tägliche Fortschritt betrug jetzt 7,35 m. Im Juni betrug:

	Nordseite	Südseite	Zus.
im Sohlenstollen die Monatsleistung	120 m	147 m	267 m
Länge am 30. Juni	2086 „	1761 „	3847 „
die mittl. tägl. Arbeiteranzahl im Tunnel	529	269	798
außerhalb des Tunnels	240	246	486
zusammen	769	515	1284
die Gesteinstemperatur vor Ort Grad C	15,5	10,6	
an der Mündung ausfließendes Wasser $^{l}/_{sek.}$	215	473	

(Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 322; II, S. 27.)

Einiges über die Ausführung des Hauenstein-Basistunnels bei Olten; von Promnitz. Nach Vortreibung des Stollens werden in Entfernungen von rd. 192 m Aufbrüche hergestellt, von denen aus der Firststollen vor- und rückwärts getrieben wird. Hinter dem Vortrieb des letzteren werden die Kronbalken eingebaut, worauf in 8 m langen Ringen der Vollausbruch nach dem österreichischen Verfahren begonnen wird. Für den Betrieb der Niederdruck- und Hochdruckkompressoren dienen zwei Sulzer-Dieselmaschinen von je 550 P.S. — Mit Abb. (Verkehrswoche 1913, S. 661.) — Die guten Fortschritte werden kurz besprochen. — (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 848; Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 472.)

Monatsausweise über die Arbeiten am Hauenstein-Basistunnel (s. **1913**, S. 568). Im Mai und Juni 1913 wird auf der Nordseite mit 2 Bohrhämmern, auf der Südseite mit 2 bis 3 Bohrhämmern am Vortrieb gearbeitet. Auf beiden Seiten ist das Gebirge standfest und trocken. Im Juni betrug:

	Nordseite	Südseite	Zus.
im Sohlenstollen der Monatsfortschritt	281,7 m	181,7 m	463,3 m
der mittlere Tagesfortschritt	10,6 „	6,5 „	
die Länge am 30. Juni	1100,0 „	2989,5 „	4089,5 „
in Prozent der Tunnellänge	13,5	36,7	50,2
im Firststollen der Monatsfortschritt	269,0 „	178,0 „	447,0 „
die Länge am 30. Juni	655,0 „	2498,0 „	3153,0 „
vom Vollausbruch der Monatsfortschritt	48,0 „	162,0 „	210,0 „
die Länge am 30. Juni	83,0 „	2124,0 „	2207,0 „
vom Mauerwerk die Widerlagerlänge am 30. Juni	59,0 „	2036,0 „	2095,0 „
die Gewölbelänge am 30. Juni	62,0 „	1954,0 „	2016,0 „
die ausfließende Wassermenge an der Mündung $^{l}/_{sek.}$	5	76	
die Gesteinstemperatur vor Ort Grad C	11,5	20,5	
die Lufttemperatur vor Ort Grad C	17,0	20,6	

	Nordseite	Südseite	Zus.
der mittlere Schichtenaufwand			
im Tunnel	406	942	1348
außerhalb des Tunnels	78	254	332
auf offener Strecke	343	8	351
zusammen	827	1204	2031

(Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 323; II, S. 27.)

Durchschlag des 1974 m langen Semitschtunnels der Eisenbahnlinie Rudolfswert-Möttling-Landesgrenze am 10. Mai 1913. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 629.)

Durchschlag des 16 km langen Murgetunnels für die apulische Wasserleitung. Der Tunnel kürzt die ursprüngliche Trasse um 14 km ab. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 416.)

Der Durchschlag des Astoria-Tunnels wird unter gleichzeitiger kurzer Besprechung des 1421 m langen, den Eastriver unterfahrenden Tunnels geschildert. — Mit Schaub. (Eng. record 1913, Bd. 68, S. 95.)

Mt. Royal-Tunnel der Canadischen Northern Eisenbahn; von Brown. Der zweigleisige, 5,23 km lange Doppeltunnel wird in seinem Entwurf sowie in seiner Bauausführung ausführlich beschrieben. — Mit Abb. und Schaub. (Eng. record 1913, Bd. 67, S. 708.)

Andentunnel; von F. T. McGinais. Zwischen Las Cuevas auf der Ostseite in 3200 m bis Juncal auf der Westseite in 2200 m Meereshöhe befindet sich ein 5 km langer Tunnel, an den sich eine 13 km lange Zahnstrecke mit 70 bis 80 ‰ Steigung anschließt. Beschreibung. — Mit Abb. (Eng. news 1912, Bd. 67, S. 13; Org. f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 259.)

Eröffnung der Strecke Spittelmarkt-Alexanderplatz der Berliner Hoch- und Untergrundbahn; von G. Kemmann. Am 1. Juni 1913. Eingehende Beschreibung, auch des Spreetunnels und seiner Herstellung. — Mit Abb. u. Schaub. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 821, 837.)

Metropolitainbahn in Paris (s. 1913, S. 334), Fortsetzung; von I. Hervieu. Die Ausführungsarbeiten der Linie 4 vom Tor von Clignancourt bis zum Tor von Orleans werden ausführlich beschrieben. — Mit Abb., Schaub. u. 2 Doppeltafeln. (Nouv. ann. de la constr. 1913, S. 98, 114.) — Die Linie 8 von Auteuil bis zur Oper wird von Marcel Girard beschrieben. — Mit Abb. u. 1 Tafel. (Rev. industr. 1913, S. 449.)

Geplante Untergrundbahn für Genua. Ein Konzessionsgesuch berechnet die Anlage zu 24 Millionen Mark. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 832.)

Grundsteinlegung zur Untergrundbahn in Neapel am 16. Juni 1913. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 814.)

Die Frage des Montblanc-Durchstichs wurde von der französischen Regierung wieder aufgenommen. Der Haupttunnel würde mehr als 20 km lang werden und mit den kleineren Bergdurchbohrungen etwa 100 Millionen Mark kosten. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 677.)

Der Tunnel unter dem Aermelkanal (s. 1913, S. 334) erfährt eine Besprechung bezüglich seiner politischen Bedeutung durch Wernekke. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 705.) — Die englischen und französischen Anschauungen über den Tunnel werden wiedergegeben. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 582, 711; Engineer 1913, II, S. 131.)

Der Tunnel Sinaia-Moreni wird eine Länge von 5912 m erhalten. Die Kosten wurden auf 10,4 Millionen Mark veranschlagt. Das niedrigste Gebot betrug 8,8 Millionen Mark. Die Zuschlagerteilung wurde jedoch vom Minister nicht bestätigt. (Z. d. Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1913, S. 831.)

Abänderung der Auskleidung des Mauvages-Tunnels vom Marne-Schiffahrtskanal. Der 1841/46 erbaute Tunnel besaß eine Mauerbekleidung, die schadhaft geworden war. Deshalb wurde das Mauerwerk durch eine Betonauskleidung ersetzt, indem durch zwei eiserne Kästen jedesmal eine gewisse Strecke abgesperrt und in dieser mit Hilfe eines eisernen Lehrgerüstes die Betonauskleidung angebracht wurde. — Mit Abb. (Eng. record 1913, Bd. 67, S. 203.)

Auskleidung eines Tunnels mit Beton mit Hilfe von Druckluft; von Everham. Der 375 m lange Abwasserstollen unter dem O. K. Creek in Cansas City wurde in der Weise verkleidet, daß der Beton durch eine 200 mm weite Rohrleitung gepreßt und an die Seitenwandungen gedrückt wurde. — Mit Abb. (Eng. news 1913, II, S. 208.)

Lüftungsanlage nach Saccardo an der Südseite des Tauerntunnels; von Rud. Schumann und Adolf Reiß. Die Vorrichtung wurde auf der Südseite nächst Mallnitz eingebaut, da gegen Norden geblasen wird. Zwei Ventilatoren fanden Aufstellung, jedoch kommt in der Regel nur einer zur Anwendung und der zweite dient als Reserve. Man kann 16000 cbm/Min. in den Tunnel pressen, entsprechend einer Windgeschwindigkeit von 6 m/Sek. Einen Gegenwind von 3 m/Sek. kann man noch umkehren. Ausführliche Darstellung der ganzen Einrichtung mit Kostenangabe. — Mit Schaub. und 5 Tafeln. (Allgem. Bauz. 1913, S. 77.)

Eine Tunnel-Bohrmaschine mit Wasserspülung von Sullivan wird im Kalkstein des 5,5 km langen zweigleisigen Tunnels der Canadischen Nordbahn (s. oben) durch den Mount Royal angewendet. Der Vortrieb erfolgt von 4 Hauptstollen aus: einer vom Westeingang, zwei vom Maplewood Avenue-Schacht und einer vom Dorchester-Schacht. Antrieb durch Preßluft von 7 at. Beschreibung der Bohrmaschinen und der Art der Bohrarbeit. — Mit Abb. (Eng. record 1913, Bd. 67, S. 64; Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbw. 1913, S. 276.)

G. Brücken und Fähren; Statik der Baukonstruktionen,

bearbeitet von Regierungsbaumeister G. Oppermann in Hannover.

Allgemeines.

Zweiter engerer Wettbewerb um den Bau einer Rheinstraßenbrücke in Cöln (s. 1912, S. 524); von Geh. Hofrat Prof. Mehrtens und Ing. Fr. Bleich. Zwischen den 5 Firmen, deren Entwürfe preisgekrönt oder angekauft waren, wurde ein engerer Wettbewerb veranstaltet. Die Entwürfe werden eingehend besprochen. — Mit vielen Abb. (Eisenbau 1913, S. 213 ff.)

Engerer Wettbewerb für eine Straßenbrücke über den Rhein bei Cöln; von Karl Bernhard. Die neuen Wettbewerbsbedingungen werden besprochen und die neuen Entwürfe beschrieben. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 1085 ff.)

Vom zweiten Wettbewerb um die dritte feste Rheinbrücke in Cöln; von Fritz Eiselen. Gewählt ist eine Hängebrücke. Angaben aus dem Wettbewerbsprogramm. Besprechung der hauptsächlichsten Entwürfe. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1913, S. 257.)

Brückenauswechselungen, besondere Berücksichtigung schweizerischer Verhältnisse; von Dipl.-Ing. A. Bühler. Verschiedene Arten der Auswechselungen oder Einschiebungen mit bemerkenswerten Beispielen. Charakter der Brückenquerverschiebung. Beschreibung von neueren Ausführungen. — Mit Abb. (Eisenbau 1913, S. 229 ff.)

Stein-, Beton- und Eisenbetonbrücken.

Eisenbetonbogenbrücke bei Bocksee; von G. Niemeyer. Zwei Bogenrippen mit aufgelöster Fahrbahnanordnung. Spannweite 16,35 m, Pfeilhöhe 3,82 m. Statische Untersuchung. — Mit Abb. (Armierter Beton 1913, S. 112.)

Neuere weitgespannte Eisenbetonbrücken (s. **1913**, S. 571); von Dipl.-Ing. Th. Gesteschi. Straßenbrücke über das Tal des Nashua-Flusses in Fitchbury (Mass.). Gesamtlänge 198 m; eine Hauptöffnung und mehrere Nebenöffnungen. Die Hauptöffnung wird mittels zweier Bogenträger über der Fahrbahn überspannt. — Eisenbahnbrücke über den Varfluß in La Mescla (Frankreich). Ebenfalls eine Bogenbrücke mit angehängter Fahrbahn. — Mit Tafel und Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 151.)

Der Ems-Weser-Kanal und seine Eisenbetonbauten (s. **1913**, S. 571); von Obering. Hart. Kanalbrücke über die Weser bei Minden. Die Brücke ist 32,4 m breit und besteht aus 8 Oeffnungen, wovon die beiden Stromöffnungen eine Lichtweite von je 50 m, die 6 Flutöffnungen eine solche von je 32 m besitzen. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 157.)

Der Beton und Eisenbeton auf der Leipziger Baufachausstellung, die Ausstellungsbrücken. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 183.)

Hängende Lehrgerüste; von Ing. Ernst Schick. Kurze Abhandlung. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 192.)

Brücke über die Lahn bei Gräveneck; von Regierungsbaumeister a. D. Schluckebier. Eine Oeffnung von 48 m und zwei Seitenöffnungen von 18,5 und 18 m lichter Weite. Eingehende Beschreibung. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 217.)

Straßenbrücke in Siegen; von H. J. Kraus. Plattenbalkenbrücke mit 2 Oeffnungen. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 236.)

Wettbewerb für die Bismarckbrücke in Saarbrücken; von Dr.-Ing. A. Kleinlogel. Es war von vornherein angenommen, daß eine Ausführung in Beton oder Eisenbeton mit untenliegendem Tragwerk gewählt würde. Besprechung der Entwürfe. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 287.)

Zum Bau der Walchebrücke in Zürich; von Dipl.-Ing. F. Locher. Einige Einzelheiten der Ausführung. Gründung auf Eisenbetonkästen. Armierungen der Pfeiler und Bögen. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, II, S. 5.)

Aarebrücke bei Aarburg; von O. Zehnder. Flacher, leichter, elastischer Bogen aus armiertem Beton, der nach einer Stützlinie für Eigengewicht geformt ist. Genaue Beschreibung. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, II, S. 45.)

Verstärkung dreier Straßenbrücken im Zuge des Ems-Weser-Kanals bei Hannover (s. **1913**, S. 570); Vortrag von Prof. Dr.-Ing. E. Mörsch. Die Widerlager dreier Dreigelenkbogenbrücken aus Eisenbeton zeigten sich nach dem Ausrüsten der Gewölbe nicht standsicher und wurden verstärkt durch dahinter gelegte Eisenbetonplatten auf Eisenbetonpfählen. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1913, Mitt. über Zement, Beton- und Eisenbetonbau, S. 53.)

Anwendung des Eisenbetons beim Bau des Ems-Weser-Kanals; Vortrag von Obering. Hart. Einige Eisenbetonbogenbrücken mit angehängter Fahrbahn und mit obenliegender Fahrbahn, darunter auch die Kanalüberführung über die Weser bei Minden. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1913, Mitt. über Zement, Beton- und Eisenbetonbau, S. 57 ff.)

Versuche mit nietlosen Gitterträgern als Bewehrung für Eisenbeton; Vortrag von Dr.-Ing. A. Kleinlogel. Die Vorzüge der nietlosen Gitterträger werden dargelegt. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1913, Mitt. über Zement, Beton- und Eisenbetonbau, S. 59.)

Eiserne Brücken.

Ersatz des eisernen Ueberbaues der oberen Limmatbrücke bei Wettingen (Schweiz); von E. Zingg. Strebenfachwerkträger auf 4 Stützen; 3 Oeffnungen von 41,44, 53,76 und 41,44 m Stützweite. Beschreibung. — Mit Abb. (Eisenbau 1913, S. 116.)

La Roche-Bernhard-Straßenbrücke über die Vilaine (Frankreich) (s. **1913**, S. 338); von Theodor Gesteschi. Bogenbrücke von 192 m Spannweite. Uebersicht über die weitest gespannten Bogenbrücken. Beschreibung des Bauwerks. Statische Berechnung. Aufstellung des eisernen Ueberbaues. — Mit Abb. (Eisenbau 1913, S. 141.)

Wiederherstellung der Brücke de la Roche-Bernhard; von Bénézit und Tarnier. Eingehende Beschreibung und statische Untersuchung. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1912, V, S. 251.)

Auswechselung von Brückentragwerken ohne Verwendung von Gerüsten; von Prof. Dr. techn. R. Schönhöfer. Einige neue Verfahren der Auswechselung eiserner Tragwerke, die Verfasser zum Patent angemeldet hat, werden erläutert. Die Verfahren haben die gemeinsame Eigenschaft, daß das neue Tragwerk mit dem bestehenden vorübergehend verbunden wird, worauf durch entsprechende Bewegung das neue an Stelle des alten kommt. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 294.)

Bietschtal-Viadukt der Lötschbergbahn; von Ing. A. Herzog. Zweigelenkbogen von 95 m Stützweite. Kugel-Auflagergelenk. Eingehende Beschreibung. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 209.)

Zweigleisige Eisenbahnbrücke über den Rhein unterhalb Duisburg-Ruhrort im Zuge der Linie Oberhausen-West-Hohenbudberg; von Regierungsbaumeister Schaper. Schluß. — Mit vielen Abb. (Z. f. Bauw. 1912, S. 459.)

Fähren.

Schwebefähre über den Riachuelo bei Buenos Aires. Portalrahmen mit 2 Gelenken; Stützweite 67,56 m. Kurze Mitteilung. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 634.)

Schwebebahn Lana-Vigiljoch; von Obering. G. Fühles. Allgemeines über Drahtseilbahnen. Beschreibung der Anlage Lana-Vigiljoch. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 729 ff.)

Seilschwebebahn für Personenbeförderung in Rio de Janeiro, erbaut von J. Pohlig A.-G. in Cöln; von A. Pietrkowski. Die Möglichkeiten der Sicherung werden kurz erläutert. Die Bahn besteht aus zwei unabhängig voneinander betriebenen Strecken, auf denen je ein Wagen für 16 Personen im Pendelbetrieb verkehrt. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 927.)

Seilbahn für den Kohlentransport von Savona nach San Giuseppe. Länge 17 336 m, Höhenunterschied 350 m, Steigung 25 %. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 392.)

Berechnung von Schutzbrücken für Drahtseilschwebebahnen; von Walter Müller. Die Berechnung bezieht sich auf den Stoß durch herabfallende Wagen. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 210.) Erwiderung. (Ebenda, S. 356.)

Statik und Festigkeitslehre.

Berechnung des Trägers auf mehreren Stützen, mit gleichem und veränderlichem Querschnitt, mit frei drehbaren oder eingespannten Stützen; von Prof. A. Hertwig. Als Manuskript gedruckt für die Teilnehmer des Kursus für Statik und Eisenbeton an der Technischen Hochschule in Aachen, Herbst 1912. (Armierter Beton 1913, S. 219 ff.)

Hallenbinder im Dampfsägewerk Koch in Eislingen; von P. Noack. Theoretische Spannweite der Binder 22,80 m. Beschreibung und statische Berechnung. — Mit Abb. (Armierter Beton 1913, S. 240 ff.)

Beitrag zur Berechnung prismatischer Flüssigkeitsbehälter; von Norbert Assam. — Mit Abb. (Armierter Beton 1913, S. 115.)

Stärkenbemessung einreihiger Silozellen; von Karl Arnstein. Eingehende Untersuchung mit Momententabellen. — Mit Abb. (Armierter Beton 1913, S. 120.)

Rechnerische Auflösung von fünfgliederigen Elastizitätsgleichungen; von A. Ostenfeld. (Eisenbau 1913, S. 120.)

Zeichnerische Bestimmung der Maximalmomentenflächen bei Trägern mit beweglicher Last; von R. Schumacher. (Eisenbau 1913, S. 131.)

Versuche an schmiedeeisernen Blechträgern; von R. A. Müllenhoff. Ermittelung der Formänderungen. — Mit Abb. (Eisenbau 1913, S. 157.)

Statische Berechnung der Brücken in Gleiskrümmungen; von Dr. Siegmund Schwätzer. Die Berechnung wird durch ein Beispiel erläutert. — Mit Abb. (Eisenbau 1913, S. 162.)

Beitrag zur Berechnung von Steifrahmen; von A. Haupt. — Mit Abb. (Eisenbau 1913, S. 195.)

Säulenfußplatten und Anker; von A. Mecklenbeek. Besprechung eines früheren Aufsatzes. (Eisenbau 1913, S. 201.)

Verhältnis zwischen Temperatur und Stabspannung bei Zugversuchen; von Prof. Druschinin. — Mit Abb. (Eisenbau 1913, S. 203.)

Zweigelenkrahmen mit zwei Pendelstützen und gleichen Feldweiten; von G. Kaufmann. Ableitung allgemeiner Formeln. (Eisenbau 1913, S. 266.)

Versuche über die Spannungsverteilung in gekerbten Zugstäben; von E. Preuß. Kurze Abhandlung. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 664.)

Fundamentplatten für Einzellasten unter besonderer Berücksichtigung der Kreisplatte; von Dr. Lewe. Theoretische Untersuchung mit Beispiel. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 189.)

Spannungszustand im Eisenbetonbalken infolge Beanspruchung durch eine Querkraft; von J. Lahrs. (Beton u. Eisen 1913, S. 201.)

Teilung trapezförmiger Flächen in n inhaltsgleiche Streifen; von Dipl.-Ing. Henkel. (Beton u. Eisen 1913, S. 204.)

Ermittelung der Einflußlinien für mehrfach statisch unbestimmte Brückenträger; von Dr.-Ing. Karl Arnstein. Statisch unbestimmte Tragwerke, die sich unter Verwendung des durchgehenden, verschieblich gelagerten Balkenträgers als Hauptsystem einfach und übersichtlich behandeln lassen. — Mit Abb. (Beton u. Eisen 1913, S. 238.)

Berechnung der Bogendecken; von Professor O. Domke. (Beton u. Eisen 1913, S. 279.)

Der biegungsfeste Rahmen mit Flächenlagerung; von Dr.-Ing. M. Ritter. Symmetrischer Rahmen, dessen Füße im Verhältnis zum Stabzug als starr angenommen werden dürfen. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 265.)

Bruchversuche mit Hetzerbindern; von Ing. Ch. Chopard. Zwei Versuchsbinder. Schilderung der Versuche; Ergebnisse und Folgerungen. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 291.)

Doppelt armierte Eisenbetonquerschnitte; von Ing. O. Leuprecht. Die Untersuchung erstreckt sich auf exzentrischen Druck oder Zug und auf reine Biegung. Zahlenbeispiele. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 303.)

Allgemeine Berechnung des Trägers mit Halbschrägen; von Dr. techn. Bazant. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1913, S. 257.)

Beitrag zur Ermittelung der Druckspannungen in Querschnitten unter Ausschluß von Zugspannungen; von N. Raubal. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1913, S. 269.)

Berechnung von Kaimauern. Zu den allgemein angeführten Kräften treten noch zwei hinzu: der Auftrieb und der Druck des Grundwassers. Ausführliche Untersuchung. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1913, S. 274.)

Verteilung von Spannungen im Innern von elastischen Körpern; von F. Willheim und A. Leon. Untersuchung des Spannungszustandes in elastischen Körpern, wenn in bestimmter Art verteilte äußere Kräfte auf der Oberfläche von kugel- und zylinderförmigen Höhlungen angreifen. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1913, S. 334.)

Neuere Bestimmungen für die Ausführung von Eisenbetonbauten der Kgl. Württembergischen Staatseisenbahnverwaltung; von R. W. Schaechterle. Eingehende Besprechung. (Deutsche Bauz. 1913, Mitt. über Zement, Beton- und Eisenbetonbau, S. 70.)

Versuche mit Eisenbetonsäulen; Vortrag von Prof. M. Rudeloff. Es wird untersucht, welche Form und Anordnung den Versuchsstücken zu geben ist, damit die Bewehrung möglichst vollkommen zur Wirkung gelangen kann. — Mit Abb. (Deutsche Bauz. 1913, Mitt. über Zement, Beton- und Eisenbetonbau, S. 73.)

Begrenzung der Zugspannungen des Betons in Eisenbahnbrücken aus Eisenbeton; von Dr.-Ing. E. Probst. Erwiderung auf die Veröffentlichung von J. Labes. — Mit Abb. (Zentralbl. der Bauverw. 1913, S. 260.) — Besprechung. — Mit Abb. (Beton und Eisen 1913, S. 184.)

Beitrag zur Untersuchung der Knickfestigkeit gegliederter Stäbe; von Chr. Vlachos. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 362.)

H. Gewässerkunde, Meliorationen, Fluſs- und Kanalbau, Binnenschiffahrt,

bearbeitet von Regierungsbaumeister Schütz in Hannover.

Gewässerkunde.

Neue Konstruktion von Staukurven; von Blondek. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 339.)

Neue Anschauungen über den Einfluß des Waldes auf die Wasserstandsverhältnisse der Gewässer; von Schaffernak. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 404.)

Ueber die Bestimmung der Staukurve in regelmäßigen Gerinnen; von Hoffmeister. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 453.)

Das Quergefälle und sein Einfluß auf den Zustand der Flüsse; von Gockinga. Die Frage wird zunächst unter der Annahme eines unveränderlichen Trapezquerschnitts und dann für Querschnitte im beweglichen Boden behandelt. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1913, I, S. 112.)

Versuche über den Reibungswiderstand zwischen strömendem Wasser und Bettsohle (s. 1913, S. 572); von Krey. Besprechung der hierüber von Engels angestellten Versuche. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 122.)

Energetische Beobachtung im Flußbau nach dem Prinzipe des Maximums; von Krischan. (Z. d. österr. Ing.- und Arch.-Ver. 1913, S. 97.)

Wasserdruck auf kreisförmige zylindrische Wände der Staumauern und Wehre; von Plenkner. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 600.)

Berechnung von Staumauern mit besonderer Berücksichtigung der Berechnung der Bystřička-Sperre; von Waniek. Ueberblick über die geschichtliche Entwicklung der Staumauerberechnung. Nach Angabe der üblichen Berechnungsarten wird die Art der Berechnung bei verschiedenen Staumauern erläutert, besonders die der Bystřička-Sperre. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 682.)

Meliorationen.

Abschlußvorrichtung von Durchlässen im Dienste der Landwirtschaft; von Kral. Es wird die Anwendung von Klappen zu Sielverschlüssen empfohlen, die selbsttätig sowohl den Eintritt des Hochwassers in die bedeichte Niederung, als auch den Abfluß in den Fluß gestatten. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 383.)

Die Simmenkorrektion St. Stephan; von Meyer. Die Korrektion bezweckt die Entsumpfung des durchschnittenen Tals und ist in den Jahren 1910/11 mit Erfolg durchgeführt. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1912, Bd. 59, S. 135.)

Die ägyptische Bewässerung und der Assuan-Damm. Nach einer geschichtlichen Uebersicht werden die zur Bewässerung Aegyptens, insbesondere des Niltals, ausgeführten Arbeiten besprochen, und zwar ausführlich der Staudamm bei Assuan und seine Erhöhung. — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 833.)

Flufs- und Kanalbau.

Elektrizitätswerk Kandergrund. Wasserbauliche und maschinelle Einrichtungen zur Ausnutzung der Wasserkraft der Kander. Es wird Strom von 16000 Volt Spannung erzeugt. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1912, Bd. 59, S. 1.)

Selbsttätig bewegliche Wehrklappe; von Oostinjer. Es handelt sich um eine zweiflügelige selbsttätige Klappe mit senkrechter Achse, durch die die Aufrechterhaltung einer Mindeststauhöhe gewährleistet und das Ueberschreiten einer Höchststauhöhe verhindert werden soll. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1912, Bd. 59, S. 78.)

Neue Art der Wildbachverbauung; von Hofmann. Es wird die Idee besprochen, bei der Herstellung von Querwerken im Dienste der Wildbachverbauung dem Mittelwasserabfluß genügende Oeffnungen anzubringen und bei höheren Wasserständen das Wasser zurückzuhalten, wodurch die Geschwindigkeit und damit die lebendige Kraft vermindert würde. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 780.)

Das Hochwasserproblem von Pittsburg (s. 1913, S. 572); von Grant. Die Stadt, die dort gelegen ist, wo der Alleghany und der Monongahela sich zum Ohio vereinigen, ist sehr häufig von Hochwasserkatastrophen heimgesucht worden, die große Verwüstungen anrichteten. Nach dem besonders gefährlichen Hochwasser vom 15. März 1907 wurde eine Kommission eingesetzt, die untersuchen sollte, auf welche Ursachen diese häufigen Hochwasser zurückzuführen wären und wie ihnen zu wehren wäre. Diese Untersuchungen werden mitgeteilt. — Mit Abb. (Engineer 1912, II, S. 55.)

Dichtung des Brückenkanals von Flavigny; von Hinstin. Der 1877 erbaute, 150 m lange Brückenkanal, auf dem der Ostkanal mit 10 gewölbten Bogen bei Flavigny die Mosel überschreitet, war nur durch eine Zementestrichlage von 3 cm Dicke gedichtet und war infolge der durch die Temperaturschwankungen verursachten Bewegungen des Mauerwerks besonders in den Leinpfadmauern undicht geworden, wodurch der Bestand des ganzen Bauwerks gefährdet wurde. Nachdem ein 1895 unternommener Versuch, die Leckstellen durch Aufbringen von neuem Zementestrich und Anstrich mit Goudron zu dichten, nicht den gewünschten Erfolg gehabt hatte, entschloß man sich, den ganzen Trog mit aneinandergelöteten Bleiplatten von 3 mm Stärke neu zu dichten, ähnlich wie an den Brückenkanälen des Dortmund-Ems-Kanals und des Kanals von Berry. Die Arbeiten, deren Ausführung beschrieben wird, wurden während der Schiffahrtssperre 1911 durchgeführt. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1912, VI, S. 548.)

Bewegliches selbsttätiges Wehr an der Mündung der Sèvre; von Pasquier. Der Lauf der Sèvre zwischen der Schleuse von Verton und der Mündung in die Loire beträgt 7 km und es verkehren hier zahlreiche kleine Dampfer zwischen Nantes und Verton. Infolge der seit 1894 ausgeführten Flußkorrektionsarbeiten hatten sich die Niedrigwasserstände gesenkt und es waren infolgedessen an einigen Stellen bei Ebbe Untiefen vorhanden, die der Schiffahrt sehr lästig wurden. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, entschloß man sich zur Erbauung eines Wehrs an der Rousseau-Brücke, das aus zwei festen Wehren und einem zwischenliegenden beweglichen Teil besteht, der den Schiffsverkehr ermöglicht. Die Einrichtung dieses aus Holz bestehenden beweglichen Wehrs, das sich selbsttätig öffnet und schließt, wird beschrieben. — Mit Abb. (Ann. des ponts et chauss. 1912, VI, S. 559.)

Bericht über die Schiffahrtswege im Rhonetal; von Lavaud. Es werden die Rhone selbst und die im Rhonetal befindlichen Schiffahrtskanäle beschrieben, eine Uebersicht über die Entwickelung der Schiffahrt gegeben und die vorgesehenen und bereits ausgeführten Arbeiten zur Verbesserung der Schiffbarkeit besprochen. (Mém. et compte rendu des trav. de la soc. des ing. civils de France 1912, Nr. 10, S. 521.)

Wehre und Schleusen in der oberen schiffbaren Spree; von Papke. Zweck der auf Grund des Gesetzes vom 4. August 1904 durchgeführten Spreeregelung war neben der Verbesserung der Schiffbarkeit vor allem die Verbesserung des Hochwasserabflusses und die Senkung der mittleren Wasserstände, um eine unzeitige Ueberflutung der am Fluß gelegenen Wiesen möglichst zu vermeiden. Um die durch die Vergrößerung des Gefälles und die Erweiterung der Querschnitte verursachte Absenkung des Niedrigwassers für die anliegenden Wiesen unschädlich zu machen, war die Erbauung von 6 Staustufen notwendig. Die Wehre sind als Nadelwehre erbaut; die für Finowkähne eingerichteten Schleusen haben gemauerte Häupter und geböschte Kammern. — Mit Abb. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 108.)

Projektstudie zu einem Balancier-Schiffshebewerk; von Schoszberger. Zur Aufnahme der zu schleusenden Schiffe dienen zwei wagerechte kreiszylindrische

Trommeln, die an den Armen eines Balanciers fest befestigt sind. Der Balancier ist im wesentlichen aus 9 Zwillingsbalancier-Fachwerken gebildet und schwingt um eine aus 9 Achsenstummeln bestehende Achse, die auf 10 Lagerböcken gelagert ist. Der Anschluß an die oberen Kanalhaltungen geschieht durch zwei eiserne Kanalbrücken; für den Verschluß der Trommel- und Haltungsenden sowie für den des Spaltes sind besonders ausgestaltete Torbauten und Spaltdichtungen vorgesehen. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 581.)

Neuartiges Stauwehr mit seitlich ein- und ausfahrbarem Staukörper. Kurze Mitteilung über die vom Ingenieur Stocker vorgeschlagene Bauweise. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 612.)

Kanal des Großherzogtums Luxemburg. Kurze Angaben über den fertiggestellten Vorentwurf für den Kanal, der eine Verbindung zwischen der Mosel und dem in Frankreich geplanten Korn-Kanal schaffen soll. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 638.)

Geplante Ausnutzung der Wasserkraft der Brandenberger Ache. Kurze Angaben. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 642.)

Balancier-Schiffshebewerk nach Schoen mit tauchbarer Schiffskammer; von Schoen. — Mit Abb. (Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 665.)

Binnenschiffahrt.

Die Rheinflotte und der Bau neuer deutscher Schiffe in Holland; von Düsing. Kurze Angaben. (Zentralbl. d. Bauverw. 1913, S. 149.)

Wassereisenbahn; von Pollak. Besprechung der vom Regierungs- und Baurat Roß in Münster vorgeschlagenen neuen Schleppweise. — Mit Abb. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 180; Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst 1912, S. 671.)

I. Seeuferschutz- und Hafenbauten, Seeschiffahrts-Anlagen,

bearbeitet von Regierungsbaumeister Schilling in Lünen.

Seehäfen.

Ingenieurwerke der Rosyth-Schiffswerft. Genaue Angaben über den Bau der Rosyth-Schiffswerft an der Nordküste des Firth of Forth. Gesamtkosten 80 Mill. M. Ein geschlossenes Hafenbecken, zwei Trockendocks, eine Eingangsschleuse, ein offenes unmittelbar am Firth of Forth gelegenes Becken mit Aufschleppvorrichtung. Baubeschreibung. — Mit Abb. (Engineering 1912, I, S. 69.)

Ausbau des Hafens von Colombo auf Ceylon. Bau einer neuen Mole, um die nordöstliche Einfahrt gegen den Südwestmonsun zu schützen. Länge der Mole rd. 500 m. Am Ende der Mole ein Leuchtturm. — Mit Abb. (Engineering 1912, I, S. 730.)

Das neue Trockendock zu Belfast (s. **1913**, S. 577). — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 154.)

Die Häfen zu Methil und der Talbothafen. Kurze Angaben. (Engineering 1912, II, S. 675.)

Bau des neuen Hafens zu Methil. Ausführliche Mitteilung über die Erweiterung der Hafenanlagen zu Methil am Firth of Forth. Schaffung eines dritten großen Hafenbeckens. Bau einer langen Mole zwecks Herstellung eines geschützten Einfahrtkanals. Einfahrtschleuse. Der Hafen dient hauptsächlich für das Verschiffen von Kohlen, dementsprechend ist die Ausrüstung des Hafens erfolgt. — Mit Abb. (Min. of proceed. des engl. Ing.-Ver. 1913, I, S. 76.)

Veränderungen und Erweiterungen der Port Talbot-Häfen und -Eisenbahnen während des letzten Jahrzehntes. Vertiefungen und Erweiterungen. — Mit Abb. (Min. of proceed. des engl. Ing.-Ver. 1913, I, S. 100.)

Studie über die Schaffung eines transatlantischen Hafens zu Brest; von Lavezzari. Angaben über den Plan einer Seehafenanlage. — Mit Abb. (Mém. de la soc. des ing. civ. de France 1913, I, S. 562.)

Die großen neuen Häfen von Südamerika; von Jacobson. Mitteilungen über die Häfen von Para, Pernambuco, Bahia, Victoria, Rio de Janeiro und Rio Grande do Sul in Brasilien, Montevideo in Uruguay, Rosario, Buenos Aires, Moro del Plata, Bahia Blanca und Queynen in Argentinien, Talcahuano und Valparaiso in Chile. — Mit Abb. (Génie civil 1913, II, S. 1.)

Seekanäle.

Zehn Tage am Panamakanal im April 1912. Beschreibung der Bauarbeiten zu jener Zeit. — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 414.)

Der Panamakanal (s. **1913**, S. 576). Ausführliche Angaben über den Stand der Arbeiten. — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 772.)

Cape Cod-Kanal (Vereinigte Staaten). Verbindungskanal zwischen der Cape Cod-Bai und der Buzzards-Bai zur Umgehung der gefährlichen, den Stürmen besonders ausgesetzten Küste. Mittlere Tiefe 9 m; Gesamtlänge rd. 34 km. — Mit Abb. (Génie civil 1913, II, S. 154.)

Die Seine als Seekanal und der Hafen von Rouen. Wirkliche Fortschritte und geplante Arbeiten. Ausführliche Angaben über den geplanten Ausbau der Seine als Schleusenkanal für die Seeschiffahrt. — Mit Abb. (Génie civil 1913, II, S. 248.)

Baukosten des Panamakanals. Die Baukosten sind nunmehr auf 1500 Mill. M. und die jährlichen Ausgaben auf 62 Mill. M. veranschlagt. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, Heft 1.)

Panama- und Barge-Kanal. Kurze Angaben. Massen- und Kostenvergleich zwischen den beiden Kanälen, von denen der letztgenannte vom Staate Newyork gebaut wird. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1912, S. 651.)

Rhein-Seekanal (s. **1913**, S. 577); von Pollak. Angaben über die Pläne von Rosemeyer. Beginn des Kanals bei Köln, Mündung bei Ditzum. Wassertiefe 7 m. — Mit Plan. (Z. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1913, S. 87.)

Eine deutsche Rheinmündung. Entwurf von Rosemeyer. — Mit Plan. (Deutsche Bauz. 1912, S. 892.) — Entwurf von Herzberg und Taaks. Beginn des Kanals bei Duisburg-Ruhrort, Mündung in den Unterlauf der Ems bei Rhede. Wassertiefe 4,5 m. — Mit Plan. (Deutsche Bauz. 1912, S. 333.)

Seeschiffahrtsanlagen.

Elektrisch betriebener 200 t-Auslegerkran für die Schiffswerft in Kure (Japan). Der Kran hebt 200 t mit einer Geschwindigkeit von rd. 1,5 m in der Minute. — Mit Abb. (Engineering 1912, I, S. 350.)

Lösch- und Ladevorrichtungen der Immingham-Häfen. Kräne, Kipper und Schüttrinnen. — Mit Abb. (Engineering 1912, I, S. 816.)

Schiffswerft von Harland & Wolff in Belfast. Genaue Beschreibung der verschiedenen Anlagen der Werft wie Hellinge, Kräne usw. — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 3.)

Elektrisch betriebener, fahrbarer 30 t-Kran für die Schiffswerft in Kure (Japan). Der Kran

hebt 30 t in der Minute um rd. 6 m. Fahrgeschwindigkeit mit 30 t in der Minute rd. 20 m. Der Kran läuft auf 4 Schienen. — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 122.)

32 000 t-Schwimmdock der englischen Marine für den Medway. Gesamtlänge 190 m, Gesamtbreite 40 m. Das Schwimmdock soll Schlachtschiffe von 32 000 t aufnehmen und ist mit zwei fahrbaren 5t-Kränen ausgerüstet. — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 147.)

Das kanadische Schwimmdock „Herzog von Connaught". Das Dock kann das größte englische Schiff aufnehmen. Gesamtlänge 170 m, Gesamtbreite 40 m, Hubkraft 25000 t. — Mit Abb. (Engineering 1912, II, S. 228.)

Schiffswerfterweiterung in Japan. Es handelt sich um Erweiterungen der Schiffswerft in Nagasaki. — Mit Abb. (Engineering 1913, II, S. 226.)

Seeuferschutzbauten.

Uferangriff und Küstenschutz. Ausführliche Angaben über die Arten des Uferschutzbaues. — Mit Abb. (Engineering 1912, S. 730.)

K. Materialienlehre,

bearbeitet von B. Stock, Ingenieur und ständigem Mitarbeiter des Kgl. Materialprüfungsamts in Gr. Lichterfelde W.

Holz.

Bruchversuche mit Hetzerbindern; von Chopard. Gelegentlich des Baues eines Lokomotivschuppens mit Holzbindern (Dreigelenkbogen) nach Hetzer von 21 bis 24 m Spannweite auf dem Aebigut in Bern sind Belastungsproben mit zwei Versuchsbindern, die den wirklichen Bogenbindern im Maßstab 1 : 3 nachgebildet waren, angestellt. Sie haben ergeben, daß eine Biegungsspannung von 80 kg/qcm der vier- bis fünffachen Sicherheit entspricht und daß die Binder tatsächlich als Dreigelenkbogen wirken. Versuche auf Schubfestigkeit haben etwa 43 kg/qcm Schubspannung ergeben. — Mit Abb. (Schweiz. Bauz. 1913, I, S. 291.)

Metalle.

Stahlformguß; von Geilenkirchen. Unterschied zwischen Blockguß und Formguß. Erörterungen über die Abhängigkeit der Güte des Stahles von chemisch und physikalisch wichtigen Eigenschaften. Erzielung möglichst feinkristallinischen Gefüges. Verfahren von Thallner, das Gefüge des Stahles schon während der Erzeugung günstig zu beeinflussen. Erzeugung des Stahlformgusses im Kleinkonverter, Martinofen, Tiegel- und Elektroofen. Anwendung des basischen oder sauren Verfahrens. Vorzüge im Elektroofen. Herstellung von schmiedbarem Guß im Elektroofen. Wirtschaftlichkeit. (Gießerei-Z. 1913, S. 365, 411, 435, 478.)

Elektrisches und autogenes Schweißen und Schneiden in Gießereien und anderen Betrieben; von Cramer. Ausführungen über die verschiedenen Verfahren und ihre Anwendungsgebiete. — Mit Abb. (Gießerei-Z. 1913, S. 397, 432, 466.)

Einfluß des Kaltziehens von Stahl; von Longmuir. Versuche über das Verhalten von Stahl mit steigendem Kohlenstoffgehalte von 0,10 bis 0,89 v. H. beim Kaltziehen in bezug auf seine Festigkeitseigenschaften und das Kleingefüge. Schliffe von Längs- und Querschnitten. Erörterung der Versuchsergebnisse. — Mit Abb. (Engineering 1913, I, S. 716.)

Grundlagen zur Ermittelung des Arbeitsbedarfes beim Schmieden unter der Presse; von Riedel. Aus den Versuchen wird gefolgert, daß die Formänderung und der Kraftverlauf beim Zusammendrücken bildsamer Körper durch die Kegelbildung bedingt sind. Angaben des Verfahrens zur Gewinnung von Festigkeitszahlen von erhitztem Eisen bei verschiedenen Temperaturen im elektrischen Ofen und Mitteilung der Versuchsergebnisse. Gleichungen zur Berechnung der Abkühlung von Eisenkörpern durch Strahlung und Leitung. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 845.)

Der körnige Perlit und seine Bedeutung für die Wärmebehandlung des Stahls; von Hanemann und Morawe. Uebersicht über ältere Veröffentlichungen. Erörterungen der Bedingungen für die Entstehung des körnigen Perlits und seine mechanischen Eigenschaften. Anwendung bei der Stahlbehandlung. Einfluß der Art der Perlitausscheidung auf die Wirkung des Ausglühens von Stahl. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1913, S. 1350.)

Anfressungen in Flammrohren an Stellen, die mit Oelfarbe gestrichen waren; von Bach. An den Well- und glatten Flammrohren eines Dampfkessels wurden nach vierjährigem Betriebe starke Anfressungen an den Stellen beobachtet, wo der Abnahmestempel durch einen Oelfarbenring umrändert war. Das Gefüge zeigte bedeutende Verunreinigung des Materials. Die Anfressungen sind in erster Linie auf das Anbringen des Ringes aus Oelfarbe zurückzuführen, es können aber auch Wärmestauungen, die Eigenschaften der Oelfarbe und die Beschaffenheit des Speisewassers mitgewirkt haben. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 1061.)

Einfluß des Phosphors auf die Eigenschaften des Flußeisens; von d'Amico. Es sind eine Reihe Elektrostähle mit Phosphorgehalten bis zu 1,24 % im naturharten, ausgeglühten und abgeschreckten Zustande auf verschiedene physikalische Eigenschaften untersucht. Die Ergebnisse lassen erkennen, daß 1. die Härte etwa gleichmäßig mit dem Phosphorgehalte und zwar um etwa 12 Einheiten nach Brinell für je 0,1 % Phosphor steigt, 2. die Elastizitätsgrenze um etwa 2,7 kg/qmm für je 0,1 % Phosphor und die Zugfestigkeit bis zu einem Gehalte von etwa 0,5 % Phosphor erhöht wird, 3. die Dehnung und Kontraktion bei geringen Phosphorgehalten entsprechend der Festigkeitszunahme verringert und bei höheren Phosphorgehalten praktisch gleich Null wird, 4. die spezifische Schlagarbeit mit dem Phosphorgehalt sinkt (steigt dieser über 0,24 %, so ist das Material sehr spröde), 5. der elektrische Leitungswiderstand ungefähr gleichmäßig mit dem Phosphorgehalte zunimmt und 6. die magnetischen Eigenschaften nur durch hohe Phosphorgehalte beeinflußt werden, und zwar derart, daß Gegenwart von Phosphor die Wirkung der mechanischen und thermischen Behandlung aufhebt. (Ferrum 1913, S. 289.)

Neuer Torsionsmesser zur Bestimmung des Drehmomentes rotierender Wellen; von Gorges und Weidig. Bei diesem Spiegeltorsionsmesser wird die Anzeige des Spiegelgerätes durch die Verdrehung der Welle erzeugt. Die Empfindlichkeit beträgt bei 5000 Watt Höchstleistung etwa 2 Watt, die Genauigkeit etwa 5 Watt. Versuche beziehen sich auf die Belastung eines Gleichstrommotors, die Bestimmung seiner Leerlaufverluste und zusätzlichen Verluste und auf die Feststellung des Sprunges in dem Drehmoment eines Drehstrominduktionsmotors beim Durchgang durch den Synchronismus. — Mit Abb. (Elektr. Z. 1913, S. 701, 739.)

1000 t-Materialprüfmaschine nach Emery in Washington; von Kurrein. Uebersicht über die vorhandenen großen Materialprüfmaschinen nebst Quellenangabe. Die neue Maschine von Emery ist für 1040 t Druck- und 520 t Zugkräfte gebaut und für Proben bis zu etwa 10 m Länge bestimmt. Der Antrieb ist hydraulisch. die Kraftmessung geschieht mittels Meßdose. Maschinen und Pumpenanlage und die besonders gebaute Vorrichtung

zum Eichen der Meßdose. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 1125.)

Lochen und Scheren von Flußeisen; von Anthony. Versuche über den Kraftbedarf und die auftretenden Höchstdrucke bei ebenen, konischen und spiralförmigen Stanzstempeln haben ergeben, daß ebene Stempel im allgemeinen den geringsten Kraftaufwand und die geringsten Drucke erfordern. Der Kraftaufwand und die Höchstdrucke nehmen mit wachsendem Unterschied zwischen Stempel und Matrize ab. (American Machinist 1913, S. 857.)

Gelochter Baustahl; von Birault. Einfluß gebohrter sowie gestanzter und aufgeriebener Löcher auf die Streck- und Bruchgrenze von Baustahl. Durch die Löcher werden die Probestäbe nicht proportional dem Querschnitt geschwächt, wenn die Löcher gebohrt oder nach dem Stanzen genügend aufgerieben sind. Die Dehnung wird geringer und zwar durch das Stanzen mehr als durch das Bohren, die Streckgrenze wird durch das Stanzen höher. (Iron age 1913, Bd. 92, S. 446.)

Ursache der Riffelbildung an Schienen; von Märtens. Durch Aetz-, Zerreiß- und Kugeldruckproben wurde festgestellt, daß an Schienen mit Riffelbildung harte und weniger harte Stellen abwechseln und daß die harten, den Riffelbergen entsprechenden Stellen Fließerscheinungen sind, die sich durch stoßfreien Oberbau, glatte Schienenlauffläche und zweckentsprechende Schienenhärte vermeiden lassen. — Mit Abb. (Stahl u. Eisen 1913, S. 1139.)

Ermüdungserscheinungen bei Schiffsblechen; von Thearle. Die bei einer Anzahl gleichartig gebauter Schiffe beobachteten Bruchersch einungen von Blechen werden auf Ermüdungserscheinungen zurückgeführt und an den wiedergegebenen Blechen mit den fehlerhaften Stellen erörtert. — Mit Abb. (Engineering 1913, I, S. 891.)

Experimentelle und theoretische Untersuchungen an Preßluftwerkzeugen; von Groedel. Der Prüfstand für Preßluftwerkzeuge im Maschinenlaboratorium an der Techn. Hochschule zu Darmstadt gestattet die Aufnahme von Zeit-Weg- und Zeit-Druckdiagrammen, aus denen sich die bisher unbekannten Druckvolumendiagramme ergeben. Beschreibung der Versuchseinrichtung; Besprechung und Auswertung der Ergebnisse an Hand zeichnerischer Darstellungen. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 1185.)

Metallspritzverfahren von Schoop mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsmöglichkeiten im Gießereifach; von Schoop. Ausführungen über den Werdegang und die Ausbildung des Verfahrens. Anwendungsgebiete. — Mit Abb. (Gießerei-Z. 1913, S. 377, 438.)

Verbindungsmaterialien.

Versuche mit Mörtel und Beton; von Burchartz. Einfluß von Traßzusatz und des Anmachens mit Kalkwasser und Seifenlösung auf die Festigkeit und Wasserdichtigkeit von Mörtel und Beton. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1913, Heft 2, S. 80.)

Einfluß von Dichtungsstoffen auf die Erhärtung (Festigkeit) von Kalk-Traß-Zementmörtel von Burchartz. Zur Prüfung diente die Mörtelmischung von 1 Rtl. Kalkbrei, 2,5 Rtl. Traß, 3,37 Rtl. Zement und 8,74 Rtl. Sand. Erprobt wurden 3 Anstriche und 7 Zusätze, die nicht genannt sind, sowie zwei weitere Zusätze von Alaun und Kaliseifenlösung. Die Versuche erstreckten sich auf die Ermittelung der Druckfestigkeit nach 90, 180 und 360 Tagen Lagerung, sowie auf Wasserdichtigkeit des Mörtels. Schlußfolgerungen. (Mitt. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1913, Heft 2, S. 69.)

Hilfsmaterialien.

Druckversuche mit Vulkanfiber, Hartgummi und Metall für Stopfbüchsenpackungen bei gewöhnlicher und höherer Temperatur; von Baumann. Die Untersuchungen haben ergeben, daß die Druckfestigkeit der Materialien mit steigender Prüfungstemperatur stetig und sehr rasch abnimmt. Versuche über das Quellen von Vulkanfiber bestätigen die Erfahrung, daß sich dieses Material stark verzieht, und zwar in verschiedenen Richtungen nicht gleich. Druckfestigkeit und Härte sind in hohem Maße von der Richtung abhängig. Schaubildliche Darstellung der Ergebnisse. — Mit Abb. (Z. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 907.)

Bücherschau.

Bei der Schriftleitung eingegangene, neu erschienene Bücher:

(In diesem Verzeichnis werden alle bei der Schriftleitung eingehenden Bücher aufgeführt; eine Besprechung einzelner Werke bleibt vorbehalten; eine Rücksendung der eingesandten Bücher findet nicht statt.)

Die Architektur des XX. Jahrhunderts. Zeitschrift für moderne Baukunst. Herausgegeben von Stadtbaurat Prof. Dr. Licht, Leipzig. 100 Blatt pro Jahr in 4 Groß-Folio-Heften à 25 Blatt. Mit einem jedem Hefte besonders beigefügten, durch Grundrisse, Details und Innenarchitektur reich illustrierten Text. XIII. Jahrgang. Heft 2 und 3. Berlin 1913. Wasmuth. Preis pro Jahrgang 40 M.

Charakteristische Details von ausgeführten Bauwerken. Mit besonderer Berücksichtigung der in der Architektur des XX. Jahrhunderts publizierten Bauwerke. XII. Band. Heft 2/3. 100 Blatt pro Jahr in 5 Groß-Folio-Heften à 20 Blatt. Berlin 1913. Wasmuth. Preis pro Band 30 M.

Das italienische Dörfchen in Dresden von Hans Erlewein, Text von Cornelius Gurlitt. 12. Sonderheft der Architektur des XX. Jahrhunderts. 16 S. in 8⁰ mit 46 Abb. Berlin 1913. Wasmuth. Preis 7,50 M., für Abonnenten 4,50 M.

Der Bau der Wolkenkratzer. Kurze Darstellung auf Grund einer Studienreise für Ingenieure und Architekten von Otto Rappold, Regierungsbaumeister in Stuttgart. 263 S. in 8⁰ mit 307 Abb. und 1 Taf. München und Berlin 1913. Oldenbourg. Preis 12 M.

Geschäfts- und Warenhäuser von Kgl. Baurat Hans Schliepmann, Berlin. Band I. Vom Laden zum „Grand Magasin". 96 S. in 8⁰ mit 23 Abb. Band II. Die weitere Entwickelung der Kaufhäuser. 120 S. in 8⁰ mit 39 Abb. Berlin und Leipzig 1913. Göschen. Preis je 0,90 M. (Samml. Göschen Nr. 655/56.)

Kunst und Kunstirrtümer im Monumental- und Städtebau. Beispiele fehlerhafter Anlagen. Neue Vorschläge. Künstler, Techniker, Jurist. Berlin, Paris. Opernhaus und Allerlei von Geh. Baurat A. Knoch. 77 S. in 8⁰. Hannover 1913. Helwing. Preis 2 M.

Die Bauenden des Altertums von Hermann Daub, Prof. an der k. k. Techn. Hochschule in Wien. 72 S. in 8⁰. Leipzig und Wien 1913. Deuticke. Preis 2,50 M.

Schubwiderstand und Verbund in Eisenbetonbalken auf Grund von Versuch und Erfahrung. Von Dr.-Ing. R. Saliger, ord. Prof. an der k. k. Techn. Hochschule in Wien. 66 S. in 8° mit 139 Abb. und 25 Tab. Berlin 1913. Springer. Preis 5 M.

Die Berechnung der Rahmenträger mit besonderer Rücksicht auf die Anwendung von Prof. Dr.-Ing. Fr. Engesser. 51 S. in 8° mit 42 Abb. Berlin 1913. Ernst & Sohn. Preis 1,80 M.

Neuere Bogenbrücken aus umschnürtem Gußeisen, System F. v. Emperger. Mit zahlreichen Plänen der Schwarzenbergbrücke auf der Internat. Baufachausstellung in Leipzig von Dr. F. v. Emperger. 152 S. in 8° mit über 200 Abb. Berlin 1913. Ernst & Sohn. Preis 5 M.

Der städtische Tiefbau. Leitfaden für Techn. Schulen und Gemeindebeamte von Regierungsrat Prof. Gürschner und Prof. Benzel. II. Teil. Die Wasserversorgung von Ortschaften. II. Aufl. 86 S. in 8° mit 81 Abb. Preis 1,80 M.

Desgl. III. Teil. Stadtentwässerung. II. Aufl. 166 S. in 8° mit 139 Abb. in 3 Plänen. Leipzig und Berlin 1913. Teubner. Preis 4 M.

Die Berechnung von bogenförmigen Staumauern. Dissertation von Dipl.-Ing. H. Ritter aus Zürich. 83 S. in 8° mit 30 Abb. Karlsruhe 1913. Lang. Preis 2,50 M.

Der Auftrieb in Talsperren von Dr.-Ing. Paul Fillunger in Wien. Sonderabdruck aus der „Oesterr. Wochenschr. f. d. öffentl. Baudienst", Heft 31, 32 und 34. Jahrg. 1913. 56 S. in 8° mit 21 Fig. Wien 1913. Selbstverlag.

Die Linienführung der Eisenbahnen von H. Wegele, Prof. an der Techn. Hochschule zu Darmstadt. 96 S. in 8° mit 52 Abb. Berlin und Leipzig 1912. Göschen. Preis 0,80 M. (Samml. Göschen Nr. 623.)

Die mechanischen Stellwerke der Eisenbahnen von S. Scheibner, Kgl. Oberbaurat a. D. in Berlin. I. Bd. Signale und deren Anordnung. Selbständige mechanische Stellwerke. 108 S. in 8° mit 38 Abb. Berlin, Leipzig 1913. Göschen. Preis 0,90 M. (Samml. Göschen Nr. 674.)

Kostenberechnungen für Ingenieurbauten. Begründet von Georg Osthoff, weiland Stadtbaurat a. D. 7. Aufl. Herausgegeben von Reg.- und Geh. Baurat Scheck unter Mitarbeit von 13 Fachmännern. 930 S. in 8°. Leipzig 1913. Spamer. Preis 25 M.

Die Gebläse. Bau und Berechnung der Maschinen zur Bewegung, Verdichtung und Verdünnung der Luft. Von Kaiserl. Geh. Regierungsrat Albrecht von Ihering. 3. Aufl. 742 S. in 8° mit 643 Fig. und 8 Taf. Berlin 1913. Springer. Preis 20 M.

Praktisches Maschinenzeichnen von Oberingenieur Richard Schiffner, Warmbrunn. II. Band. Lager, Riemen- und Seilscheiben, Zahnräder, Kolbenpumpe usw. 124 S. in 8°. Berlin und Leipzig 1913. Göschen. Preis 0,90 M. (Samml. Göschen Nr. 590.)

Die Werkzeugmaschinen für Holzbearbeitung von Prof. Hermann Wilda. 121 S. in 8°. Berlin und Leipzig 1913. Göschen. Preis 0,90 M. (Samml. Göschen Nr. 582.)

Elektrisch betriebene Fördermaschinen von Dipl.-Bergingenieur A. Balthasar. 119 S. in 8° mit 62 Fig. Berlin, Leipzig 1913. Göschen. Preis 0,90 M. (Samml. Göschen Nr. 678.)

Die Nebenprodukte der Leuchtgasfabrikation von Dipl.-Ing. Dr. phil. K. R. Lange. 148 S. in 8° mit 13 Fig. Berlin und Leipzig 1913. Göschen. Preis 0,90 M. (Samml. Göschen Nr. 661.)

Schriften des Verbandes Deutscher Diplom-Ingenieure. IX. Die Baumwoll-Spinnerei und Weberei in ihrer bautechnischen und maschinellen Entwickelung von Dr.-Ing. Gustav Baum. 198 S. in 8° mit 168 Abb. und 1 Taf. Berlin 1913. Krayn. Preis 3 M.

Drehkreisel. Volkstümlicher Vortrag, gehalten in einer Versammlung der „British Association" in Leeds von Prof. John Perry, übersetzt von Prof. Aug. Walzel in Brünn. 2. Aufl. 130 S. in 8° mit 62 Abb. Leipzig und Berlin 1913. Teubner. Preis 2,40 M.

Die patentfähige Erfindung und das Erfinderrecht unter besonderer Berücksichtigung des Unionsprioritätsrechts von Geh. Regierungsrat W. Dunkhase, Direktor im Kaiserl. Patentamt, Berlin. 2. Aufl. 148 S. in 8°. Berlin und Leipzig 1913. Göschen. Preis 3 M.

Die Neuheit der Erfindung nach Patent- und Gebrauchsmusterrecht von Geh. Regierungsrat W. Dunkhase. 53 S. in 8°. Berlin und Leipzig 1913. Göschen. Preis 2,50 M.

Die Prüfung der Erfindung auf Patentfähigkeit von Geh. Regierungsrat W. Dunkhase. 49 S. in 8°. Berlin und Leipzig 1913. Göschen. Preis 2,20 M.

Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation. I. Physikalischer Teil von Albert Einstein in Zürich. II. Mathematischer Teil von Marcel Großmann in Zürich. 38 S. in 8°. Leipzig und Berlin 1913. Teubner. Preis 1,20 M.

Die Kultur der Gegenwart, ihre Entwickelung und ihre Ziele. III. Teil. I. Abt. Die mathematischen Wissenschaften unter Leitung von F. Klein. I. Lieferung. Die Mathematik im Altertum und im Mittelalter von H. G. Zeuthen (Kopenhagen). 95 S. in 8° mit Abb. Leipzig und Berlin 1912. Teubner. Preis 3 M.

Die angewandte Mathematik an den deutschen mittleren Fachschulen der Maschinenindustrie von Dipl.-Ing. Karl Ott. 158 S. in 8° mit 10 Abb. Teubner. Preis 4 M.

Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. Herausgegeben von Karl v. Buchka, Berlin; Hermann Stadler, Burghausen (O.-B.); Karl Sudhoff, Leipzig. 5 Bd. I. Heft. 71 S. in 8°. Leipzig 1913. Vogel. Preis pro Band 20 M.

Handbuch der Kunstwissenschaft. Herausgegeben von Dr. Fritz Burger-München unter Mitwirkung der Professoren Curtius-Erlangen, Egger-Graz, Hartmann-Straßburg, Neuwirth-Wien, Pinder-Darmstadt, Singer-Dresden, Graf Vitzthum v. Eckstädt-Kiel, Wackernagel-Leipzig, Weese-Berlin, Willich-München, Wulff-Berlin, Privatdozent Dr. Herzfeld-Berlin, Oberbibliothekar Dr. Leidinger-München und anderer Universitätslehrer und Museumsdirektoren. Mit ca. 3000 Abbildungen. Neubabelsberg-Berlin. Akademische Verlagsgesellschaft. — Erscheint in Lieferungen à 1,50 M.

Eine stattliche Zahl hervorragender Kunstgelehrter klangvollen Namens hat der Herausgeber zu einer gewaltigen Arbeit vereinigt, wie sie die deutsche Kunstwissenschaft bislang noch nicht aufzuweisen hat, die aber angesichts der Verbreitung schöngeistiger Bildung und angesichts der reichhaltigen Ergebnisse kunstgeschichtlicher Forschung während der letzten Jahrzehnte ein dringendes Bedürfnis geworden ist. Der kunstgeschichtliche Stoff ist derartig umfangreich geworden, daß es selbst dem Kunsthistoriker kaum noch möglich ist, alle Gebiete seines Faches im Lichte der modernen Forschung völlig zu beherrschen. Deshalb wollen uns anerkannte Meister, ein jeder auf seinem Spezialgebiet, einen umfassenden Ueberblick geben über die Kunstbestrebungen aller Zeiten, vom frühesten Altertum bis in die neueste Zeit, bis in die Gegenwart. Und dies soll nicht in der bisher üblichen Form der Behandlung des Stoffes nach Stilarten oder

künstlerischen Persönlichkeiten geschehen, sondern es soll darauf hingearbeitet werden, dem Leser ein eigenes Kunstverständnis zu erschließen. Es sollen die künstlerischen Motive auf dem Kulturboden ihrer Entstehung und in ihrer geschichtlichen Entwickelung geschildert und in ihrer verschiedenen Auffassung gegenüber gestellt werden; durch Bildung von Entwickelungsreihen auf dem Gebiete der alten wie der neuen Kunst, durch den Vergleich verwandter Werke verschiedener Zeiten und Völker soll der Leser mit den Kunstwerken so vertraut gemacht werden, daß er ein persönliches Verständnis für sie gewinnt, ihren Wert erkennen und das Wesen der Kunst überhaupt zu erfassen lernt. Wenn hiernach der Zweck dieses Werkes ist, einen umfassend tiefen Einblick in das Kunstleben aller Kulturvölker zu gewähren und zu gewinnen, so mußte der Text, der selbstverständlich auf der Höhe wissenschaftlicher Forschung und unter dem Zeichen geistvoller Formvollendung steht, durch Beigabe sorgfältig ausgewählter Abbildungen unterstützt und erläutert werden. In vollendet schöner Reproduktion und künstlerisch vortrefflicher Ausführung sollen ca. 2000 Abbildungen, zum Teil farbig, ein vollständiges Bild des künstlerischen Schaffens aller Zeiten geben. — Bisher sind neun Lieferungen erschienen; vier von ihnen bringen den Anfang der „deutschen Malerei vom ausgehenden Mittelalter bis zum Ende der Renaissance“ aus der Feder des Herausgebers Fritz Burger, während in den übrigen fünf Oskar Wulff die Geschichte der altchristlichen Kunst von ihren Anfängen bis zur Mitte des ersten Jahrtausends in Angriff genommen hat.

Burger steht selbstverständlich auf dem Boden der heutigen Forschung, die ebensoviel gewichtiges Material wie interessante Aufschlüsse historischer Art geliefert hat, will aber nicht die wissenschaftliche Lösung aller noch ausstehenden Fragen zum Ziele nehmen, sondern zunächst durch systematische Gliederung des historischen und des künstlerischen Materials den Leser unmittelbar zu einer gewissen allgemeinen Erkenntnis der Kunstwerke führen, bevor er — und dies geschieht erst vom dritten Kapitel ab — in historischer Folge die Entstehung und Entwickelung der lokalen Schulen deutscher Malerei bespricht. Wir behalten uns vor, sobald das Werk weiter vorgeschritten sein wird, auf den Inhalt, der in vollendeter Formenschönheit vorgetragen wird, näher einzugehen, müssen jedoch schon jetzt die außerordentliche Schönheit der Abbildungen, besonders der farbigen, rühmend hervorheben. — Wulff, der hervorragende Kenner, widmet seine Geschichte der altchristlichen Kunst dem Andenken Eduard Dobberts. Bisher war die älteste Zeit dieser Epoche so wenig erforscht, daß eine zusammenhängende Geschichte derselben noch nicht geschrieben werden konnte; wie an markanten Künstlerpersönlichkeiten, so fehlt es ihr an dem Träger eines einheitlichen Volkstums. Zu ihrer Entfaltung haben verschiedene Rassen und Kunstkreise zusammengewirkt, die beständig untereinander in Beziehung gestanden haben. Die bisherige Meinung, daß Rom der Mittelpunkt der altchristlichen Kunst sei, ist endgültig aufgegeben, seitdem wir durch Strzygowskis unermüdliche Aufklärungen wissen, daß in den heidnischen, jüdischen und christlichen Denkmälern des Orients in Alexandria, Palästina, Syrien, Kleinasien, Byzanz aus den letzten Jahrhunderten die Entwickelung sich vollzogen und ihre Strahlen über die Balkanländer hinweg in das Abendland gesandt hat. Diese Beziehungen zwischen dem Orient und Occident aus dem überreichen kunstgeschichtlichen Material anschaulich und klar herauszuschälen, ist das größte Verdienst des Verfassers. — Aeußerlicher Gründe wegen wird der Stoff in zwei Halbbänden behandelt werden, deren erster die altchristliche Kunst bis an die Schwelle der Blüte des altbyzantinischen Stils, der zweite die weitere Entwickelung der byzantinischen Kunst umfassen wird. Was bisher davon erschienen ist — Abschnitt I: Wesen und Werden der altchristlichen Kunst, II: Die Kunst der altchristlichen Grabstätten, III: Die altchristliche Plastik (Anfang) — läßt erkennen, daß uns ein Werk von höchstem Werte, meisterhaft in der Form und überraschend durch den überaus reichen Inhalt geboten wird, den eine Fülle von hervorragend schönen Abbildungen erläutert.

Das Ganze wird, nach dem veröffentlichten Plane fortgeführt, ohne Zweifel leisten, was es verspricht, nämlich eine großzügige, umfassende Behandlung der Kunstgeschichte und ihres Materials vom modernen Standpunkte aus in dem denkbar stattlichsten Gewande. — Wir werden über den Fortschritt des Werkes jeweils berichten, empfehlen es aber schon jetzt dem Interesse aller Kunstfreunde auf das wärmste. *Sch.*

Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. Leipzig. Vogel.

Inhalt des Aprilheftes des Jahrganges 1912: „Ueber die Entdeckung des Jods und ihre Vorgeschichte“; von Dr. med. Richter (Berlin); „Herders Anschauung der organischen Natur“; von Walther May (Karlsruhe); „Zur Einführung des Kompasses in die nordwesteuropäische Nautik“; von Schück (Hamburg); „Ehemalige zoologische und botanische Gärten in Bayern“; von Joseph Reindl. *M.*

Entwerfen und Zeichnen von Hochbauten. Genaue Anweisung durch vergleichende Nebeneinanderstellung von richtiger und falscher Darstellung der Bauzeichnungen. Von Arch. Baldauf und Dipl.-Ing. Pietzsch. Gr. 8⁰. 82 S., mit 114 Abb. im Text nebst zwei Tafeln. Preis kart. 2,50 M. Leipzig. Degener.

Die Verfasser behandeln nach einleitenden Worten: Die Entwickelung der Risse aus der Projektionslehre, Entstehung der Grundrisse, der Ansichten, der Schnitte. Wagerechte und senkrechte Schnittführung durch das Haus. Art der Bauzeichnungen und deren Zweck, Allgemeines, Vorentwurf, Entwurfszeichnungen für die Baupolizeibehörde, Ausführungszeichnungen, Teilzeichnungen, Lage- und Höhenpläne. Anleitung zum Bauzeichnen, Allgemeines über Maßstab, Maßlinien, Maßzahlen, Ziegelmaße und Mauerstärken, Darstellung des Entwurfs und seiner Bestandteile, Grundrisse, Schnitte, Ansichten, Lageplan. Darstellungsmöglichkeiten der Treppe im Entwurf. Baupolizeiliche Vorschriften, Neubauten, Umbauten, Hausentwässerung, Zentralheizungsanlagen. Darstellung unter Berücksichtigung des Maßstabes. Richtige und falsche Darstellung. Zeichenschlüssel für die Darstellung von Linien und Flächen. Federzeichnungstafel, Farbentafel.

Das reich illustrierte Buch soll dem angehenden Techniker zeigen, wie Bauzeichnungen für die Ausführung von Hochbauten technisch richtig angefertigt werden, insonderheit wie die erforderlichen Schnitte für die Praxis richtig gelegt werden, und wie die verschiedenen Materialien in Federzeichnung und in farbiger Manier dargestellt werden. Zwei einfache Entwürfe werden als Beispiele mit allen erforderlichen Maßen und Einzelheiten für die Bauausführung durchgearbeitet. Das Buch entspricht einem wirklichen Bedürfnis, sein Erscheinen ist mit großer Freude zu begrüßen. Für den Unterricht in der Baukonstruktion wird es besonders als Leitfaden für die Uebungen eine wertvolle Ergänzung der Vorträge bieten und dem Anfänger helfen, schneller in der technischen Durcharbeitung einfacher Entwürfe eingeführt zu werden. Für diese Zwecke empfehlen wir das Buch auf das wärmste und wünschen ihm die wohl weite verdiente Verbreitung. Einige zeichnerische Ungenauigkeiten und Undeutlichkeiten wird eine Neuauflage hoffentlich bald beseitigen. *Me.*

Das Warenhaus, Kauf-, Geschäfts- und Bureauhaus. Herausgegeben von Dr.-Ing. Alfred Wiener, Architekt. 372 S. mit 400 Abb. Berlin. Wasmuth. Preis geb. 20 M.

Dieses neue durchaus zeitgemäße Buch bezweckt die Erfahrungen, die beim Bau der Waren-, Kauf-, Geschäfts- und Bureauhäuser im In- und Auslande bisher gemacht worden sind, zusammenhängend und eingehend darzustellen, dem Architekten wie dem Bauherrn, der ein solches Haus errichten, erweitern, umbauen oder verbessern will, praktische Hinweise zu geben.

Dieses Ziel ist in vollkommenster Weise erreicht worden. Als Beispiele sind ca. 130 Warenhäuser aus Deutschland, Oesterreich, England, Frankreich, Belgien und Amerika herangezogen und bis in die kleinsten Details hinein behandelt. Außer der Architektur (außen wie innen, Gesamtaufbau und Detailbehandlung, Fenster, Pfeiler, Dach, dekorativer Schmuck) sind die Konstruktionen und technischen Einrichtungen, die Räume für das Publikum, die Geschäftsleitung und das Personal, insbesondere aber auch die Vorkehrungen für Verkehrs- und Feuersicherheit erschöpfend erörtert und durch zahlreiche Abbildungen erläutert.

Am erfreulichsten ist — und dadurch steigt der Wert des Buches erheblich —, daß ca. 250 Grundrißlösungen in großem Maßstabe beigegeben sind, die über jeden Raum, den das Warenhaus erfordert, wertvolle Angaben enthalten und einen Vergleich der zurzeit bestehenden Warenhäuser in bezug auf Raumeinteilung und Raumausnützung ermöglichen. Wir greifen einiges aus den Kapitelüberschriften der Abteilung Warenhaus heraus: Verkaufsräume, Expedition und Lager, technische Betriebe, Lichthöfe, Teppichsäle, Lebensmittelabteilung, photographisches Atelier, Frisiersalon, Bankabteilung, Teestube und Restaurants, Wintergärten, Leihbibliothek, Garderoben, Telephonzentrale und -zellen, Treppen, Personen- und Warenaufzüge, Windfänge und Drehtüren, Vestibüle, Maschinenräume und Feuerwache.

Neben dem Warenhaus ist das Kaufhaus, das Geschäftshaus und das Bureauhaus in gleich ausführlicher Weise behandelt. Auch der Geschichte des Warenhauses, seiner Organisation und seinem Betriebe, den einschlägigen baupolizeilichen Bestimmungen sowie der Feuersicherheit sind besondere Abschnitte gewidmet.

Die Anordnung des ganzen Stoffes hat den Vorzug größter Uebersichtlichkeit. Der Text ist instruktiv und doch allgemein verständlich geschrieben.

Unsere Literatur wird mit diesem Buche um einen unentbehrlichen Ratgeber bereichert, dessen Anschaffung jedem, der sich über das Waren-, Kauf-, Geschäfts- oder Bureauhaus unterrichten will, nur bestens empfohlen werden kann. *Me.*

„Der Industriebau“, Monatsschrift für die künstlerische und technische Förderung aller Gebiete industrieller Bauten, einschließlich aller Ingenieurbauten, sowie der gesamten Fortschritte der Technik. Herausgegeben von Arch. Emil Beutinger, Leipzig. Jahrg. 1913, Heft IV mit 79 Abb. Carl Scholtze. Preis 3 M. Abonnementspreis (jährlich 12 Hefte) 24 M.

Dieses Heft steht unter dem Zeichen des Regierungsbaumeisters Alfred Fischer in Essen a. d. Ruhr, von welchem eine ganze Anzahl von Objekten behandelt werden. Nach einem einführenden Artikel von O. A. Schneider, in welchem auf die Bedeutung Fischers und seine Eigenart hingewiesen wird, ergreift dieser selber das Wort und schildert unter Hinzuziehung von 67 Abbildungen die Verwaltungsgebäude der Mannesmann-Röhrenwerke, Düsseldorf, ferner die Zechenanlage der Schächte für die Gutehoffnungshütte, Oberhausen, die Zechenanlage Schacht Emil für die Gewerkschaft Königin Elisabeth, Essen, das Emscher Pumpwerk bei Beek-Ruhrort, den Wasserturm für die Zeche Mont Cenis in Sodingen und endlich die Kleinwohnungsanlage Düsseldorf an der Vollmerswerther Chaussee. Alle diese hier vorgeführten Arbeiten und Entwürfe betonen mit aller Eindringlichkeit den Grundsatz, daß das eigentliche Wesen des Tektonischen in der strengen Gliederung und Beschränkung der Fläche und des Raumes besteht; dadurch findet der Künstler in seinen Schöpfungen einen dem Industriebau angemessenen Stil. Stadtbaurat Steinberger in Darmstadt bespricht sodann das neue Heizwerk der vormals Grandenbergerschen Maschinenfabrik in Darmstadt und erläutert seine Ausführungen durch 11 Abbildungen und sehr instruktive technische Berechnungen, während Franz Czech in Düsseldorf seine Artikelserie „Das Eisen im Bauwesen“ weiterführt und besonders über „die in Platten verlegte Eisenbetoneindeckung“ und „die Stegzementdielen-Eindeckung“ spricht. Die Beilage bringt eine reiche Fülle von projektierten Neubauten, den Terminkalender der laufenden Preisausschreibungen, technische Neuerungen usw. Alles in allem beweist dieses Heft wieder, auf welcher Höhe die Monatsschrift steht, die wir unseren Lesern empfehlen können.

Desgl. Jahrg. 1913, Heft V mit 93 Abb. Preis 3 M.

Heft V zeichnet sich wieder durch seinen reichen und gediegenen Inhalt aus. Besonderem Interesse wird die ausführliche Behandlung der Brauerei Bischofshof in Regensburg durch Architekt Karl Frank in Regensburg begegnen. Bis in alle Einzelheiten schildert er die vorbildliche Einrichtung dieser modernen Anlage und illustriert seine Worte durch 19 Abbildungen, welche Ansichten, Risse, Schnitte und bemerkenswerte Details in anschaulicher Deutlichkeit zeigen. Auch die in neuzeitlichem Sinne ausgeführten Baulichkeiten des Elektrizitätswerkes in Neukölln (Entwurf Städtisches Hochbauamt, Stadtbaurat Kiehl †) werden allseitige Beachtung finden, zumal sie in 11 äußerst klaren Abbildungen, welche die wichtigsten Einzelheiten wiedergeben und den Text ergänzen, vorgeführt werden. Eine sehr beachtenswerte Anlage ist auch die Schweinemarkthalle in Brinkum, welche sich durch die Zweckmäßigkeit der Ausführung, ihre harmonische Gliederung und die Schönheit der äußeren Form auszeichnet. Jedenfalls hat der Erbauer Architekt Ed. Hagens, Bremen, mit diesem Bau eine treffliche Probe seines Könnens abgelegt; 20 Abbildungen dienen zur größeren Anschaulichkeit. Auf großes Interesse darf auch der Silobau der Niederrheinischen Dampfschlepp-Schiffahrtsgesellschaft in Düsseldorf (mit 10 Abb.) rechnen, der von Architekt H. v. Endt in Düsseldorf entworfen wurde. Eine vorbildliche Arbeitersiedelung repräsentiert die Siedelung der Gewerkschaft Karl Alexander in Baesweiler (mit 12 Abb.), vorbildlich in der Schönheit der Form, wie in der Zweckmäßigkeit der aus den Grundrissen ersichtlichen Aufteilung der einzelnen Wohnhäuser. Die Rubrik von Franz Czech „Das Eisen im Bauwesen“ wird durch Abhandlungen über die „Kassettenplatten-Eindeckungen“ (mit 17 Abb.) fortgeführt. Die Beilage bringt neben den ständigen Berichten über projektierte Neubauten und laufende Wettbewerbungen einige allgemein interessierende Notizen, Bücherbesprechungen und einen illustrierten Aufsatz „Wirtschaftliche Ausnutzung des Abdampfes, System Balcke“. Wir möchten nicht unterlassen, unsere Leser wiederholt auf diese Zeitschrift hinzuweisen. *Me.*

Für die Schriftleitung verantwortlich: Professor W. Schleyer.

Alphabetische Inhaltsangabe.

Band LIX. — Jahrgang 1913.

Sach- und Namen-Verzeichnis.

Die Original-Beiträge sind durch ein vorgesetztes * gekennzeichnet.

A.

D.

F.

I.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

Druck von Gebrüder Jänecke, Hannover.

ZEITSCHRIFT

für

Architektur und Ingenieurwesen.

Herausgegeben

von dem

Vorstande des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover.

Schriftleiter: Geheimer Baurat Professor **W. Schleyer** in Hannover.

Jahrgang 1913. Heft 6.

(Band LIX; Band XVIII der neuen Folge.)

Erscheint jährlich in sechs Heften.

Jahrespreis 22 Mark 60 Pfg.

Der Verkaufspreis der Zeitschrift beträgt im Buchhandel 22.60 Mark, für Mitglieder des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine 14.00 Mark, für Studierende der Technischen Hochschulen 9.60 Mark.

Inhalt:

Wiesbaden.

C. W. Kreidel's Verlag.

1913.

Vor kurzem erschien die dritte Auflage

:-: in C. W. KREIDEL's Verlag in Wiesbaden :-:

Die

Lokomotiven der Gegenwart.

Bearbeitet von

Baumann, Baurat in Karlsruhe; **Courtin,** Oberbaurat in Karlsruhe; **Dauner,** Bauinspektor in Stuttgart; Dr.-Ing. **Gölsdorf,** Ministerialrat in Wien; **Hammel,** Direktor bei J. A. Maffei in München; **Kittel,** Oberbaurat in Stuttgart.

Mit 684 Textabbildungen und 11 lithographierten Tafeln.

Preis 24 Mark, gebunden 27 Mark.

Inhaltsverzeichnis.

C. W. KREIDEL's VERLAG IN WIESBADEN.

Die Fortschritte auf dem Gebiete der

Elektrischen Fernbahnen.

Erfahrungen und Aussichten auf Grund von Betriebsergebnissen.

Von

O. C. Roedder,

beratender Ing., vordem Regierungs-Ing. der Ver. Staaten.

Mit 172 Abbildungen, einer Tafel und Tabellen im Texte und einer tabellarischen Zusammenstellung der Angaben von 77 der wichtigeren elektrischen Bahnen.

Preis: 12 M. 60 Pf., gebunden 13 M. 60 Pf.

C. W. KREIDEL's VERLAG IN WIESBADEN.

Soeben ist **neu** erschienen:

Tabellen zur Berechnung

von

kontinuierlichen Balken in Eisenbeton

und

doppelt armierter Konstruktionen

nebst mehreren

Hilfstabellen für einfach armierte Konstruktionen.

Zum praktischen Gebrauch

bearbeitet von

Professor L. Landmann,

Oberlehrer an der Königl. Baugewerkschule zu Barmen-Elberfeld.

Preis 5 Mark 40 Pf.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Theoretische Berechnung

der

Betoneisen-Konstruktionen

mit

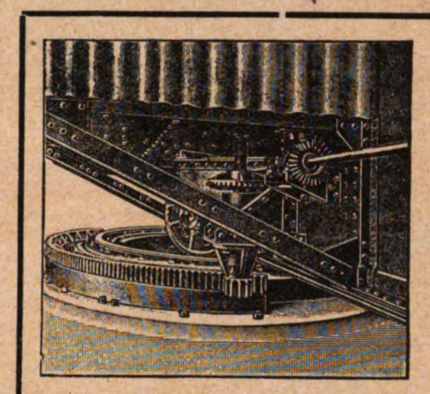
ausführlichen Beispielen

von Heinrich Pilgrim,

Ingenieur.

Mit 78 Abbildungen im Texte

Preis Mk. 2.80.



Maschinelle Ausrüstung

von

beweglichen Brücken

sowie

Schiebebühnen und Spills

Berliner Actien-Gesellschaft für Eisengiesserei und Maschinenfabrikation

(früher J. C. FREUND & Co.)

Charlottenburg. [127



Präcisionsreisszeuge

Rundsystem. [7

Clemens Riefler

Fabrik mathematischer Instrumente

Nesselwang und München

Bayern.

Grand Prix: Paris, St. Louis, Lüttich, Brüssel, Turin.

Illustrirte Preislisten gratis.

Die echten Rieflerreißzeuge und Zirkel sind mit dem Namen RIEFLER gestempelt.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Vor kurzem ist als Sonderabdruck aus dem »Organ« erschienen:

Untersuchung und Berechnung

der

Blasrohre und Schornsteine

von

Lokomotiven.

Von

Strahl,

Regierungs- und Baurat in Berlin.

Mit Abbildungen im Text und einer lithographierten Tafel.

Preis: 2 Mark 70 Pf.

Der Verfasser bespricht nach einigen Angaben über die Stärke der Feueranfachung seine Versuche, zeigt die Anwendung der so erweiterten Zeuner'schen Theorie, leitet nach eigenen und fremden Versuchen Beziehungen ab zwischen Höhenlage des Blasrohrs, Durchmesser des Schornsteins und Blasrohrweite und weist schließlich die Brauchbarkeit des Verfahrens an einer Reihe von Beispielen nach. In klarer Darstellung bietet die Schrift alle Handhaben zur Anwendung des wertvollen Verfahrens. *H.*

Glaser's Annalen für Gewerbe u. Bauwesen.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Tabellen

zur

Berechnung von Eisenbeton-Konstruktionen

zum praktischen Gebrauch

für

Unternehmer, Techniker und Baubeamte

bearbeitet von

Professor L. Landmann,

Oberlehrer an der Königl. Baugewerkschule zu Barmen-Elberfeld.

Preis 4 Mark 60 Pf.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Strassenbaukunde

Land- und Stadt-Strassen

von

Ferdinand Loewe,

ord. Professor der Ingenieurwissenschaften an der Kgl. bayer. Technischen Hochschule zu München.

Zweite völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 155 Abbildungen im Texte.

Preis: Mk. 14.60, geb. Mk. 16.—.

C. W. KREIDEL's Verlag in Wiesbaden.

Soeben ist erschienen:

Der Kraftwagen

und

seine Beziehungen zur Strasse

vom

Standpunkte des Strasseningenieurs

Von

F. Loewe

Geh. Hofrat und Professor an der Kgl. Technischen Hochschule zu München.

Eine Ergänzung seines Lehr- und Handbuches „Strassenbaukunde".

Mit Abbildungen im Texte Preis Mk. 1.40.

Die kleine Abhandlung soll als Ergänzung des vom Verfasser herausgegebenen Lehr- und Handbuches „Strassenbaukunde" dienen und ist deshalb vornehmlich den Bedürfnissen des Bauingenieurs angepasst. Die Umwälzung, die der Kraftwagen im Verkehrswesen mit sich gebracht hat, äussert sich naturgemäß auch in den Einwirkungen auf die Strasse und hat dadurch den Strassenbauingenieur vielfach vor neue Aufgaben gestellt. Wenn nun dieser den Anforderungen, die der Kraftwagen an die Fahrbahn stellt, beim Bau und in der Erhaltung der Strasse genügen will, dann muss er vor allem den Kraftwagen selbst in allen jenen Belangen kennen, die für die Einwirkungen auf die Strasse von Bedeutung sind, und darum hat der Verfasser in der vorliegenden Schrift nach einer kurzen geschichtlichen Abhandlung über die Entwicklung des Kraftwagens seine wesentlichsten Bestandteile so weit beschrieben, als dies für den gedachten Zweck notwendig ist. Eine Zusammenstellung der Fragen, die in diesem Zusammenhange auf den Internationalen Strassenkongressen in Paris und Brüssel behandelt wurden, bildet den Abschluss des Schriftchens, das wegen seines überaus aktuellen Inhaltes in jeder Hinsicht Beachtung verdient. *Wochenschrift f. d. öffentl. Baudienst.*



C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Die

Statik des Eisenbetonbaues.

Elementares Lehrbuch zum Gebrauche an Schulen und zum Selbstunterricht.

Von

Ottomar Schmiedel,

Oberingenieur.

Mit 99 Textabbildungen und einem Anhang: Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton für Hochbauten. (Amtliche Ausgabe.)

1909.

Preis Mk. 3.—.

Inhalt:

A. Die Baustoffe und ihre Eigenschaften. — 1. Das Prinzip des Eisenbetonbaues. — 2. Der Beton. — 3. Das Eisen. — 4. Die Elastizitäts- und Festigkeitsverhältnisse. — 5. Die allgemeine Anordnung der Verbundkonstruktionen und die Wirkungsweise der äusseren Belastung. — 6. Die Querschnittspannungen im nicht armierten Betonbalken.

B. Die Statik der Eisenbetonkörper. — 1. Allgemeine Einführung in die Berechnung. — 2. Die Betonplatte mit Armierung der Zugzone. Die vertikalen Schub- und Scherkräfte. Die horizontalen Scherkräfte. Die Haftspannungen. Berechnungsbeispiele. — 2a. Die doppelt armierte Eisenbetonkonstruktion. Berechnungsbeispiele. — 3. Die mit Rippen verstärkten Eisenbetondecken. Berechnungsbeispiele. — 4. Die Rippendecken mit Armierung der Zug- und Druckzone. Berechnungsbeispiel. — 5. Die Betonkonstruktion mit einbetoniertem grösseren Walzprofil. — 6. Die Berechnung der Scherarmierung. — 7. Die zentrisch belasteten Stützen. Berechnungsbeispiele. — 8. Die exzentrisch belasteten Stützen. Berechnungsbeispiele. — 9. Die Eisenbetonfachwerkkonstruktionen. — 10. Die Berechnung der Eisenbetonkonstruktionen mit Berücksichtigung der Zugfestigkeit im Beton. — 11. Die Eisenbetongewölbe. Berechnungsbeispiel.

Anhang. Ministerielle Bestimmungen.

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Der Tiefbau in Städten und Ortschaften.

Bebauungspläne, Strassenbau, Wasserversorgung und Entwässerung von Städten und Ortschaften im Unterricht an Tiefbauschulen und für mittlere Stadtbaubeamte.

Bearbeitet von Ingenieur **R. Weder,**

Lehrer am Technikum in Hildburghausen.

Mit 210 Abbildungen im Text und einer Rohrberechnungs-Tabelle.

Preis 4 Mk. 20 Pfg.



Schützt die Fussböden in Neubauten

während der Bauzeit vor Beschädigung durch: **Schmutz, Anstrichflecken, Zerkratzen, Zerstossen durch Leitern und Gerüste** durch unsere mit Papier unterklebte

Staubdichte Jute Nr. IIIa.

Dieselbe kostet per laufenden Meter **0,45 Mark**, die Rollenbreite ist 140 cm und die Länge der Rollen ca. 50 m. Der neue, äusserst solide Artikel kann viele Male hintereinander dem gleichen Zwecke dienen und ist dadurch billiger als irgend ein bis dahin benutztes Rollenpapier. Bei der Verwendung kommt die Gewebeseite stets nach oben. Muster versenden kostenlos die alleinigen Hersteller des Artikels.

Gelbe Mühle, Düren. **Benrath & Franck.**

C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden.

Rechtliche und technische Bedingungen

für die

Ausführung von Arbeiten u. Lieferungen beim Eigenhausbau.

1909. — Preis 60 Pfennige.

Die Eisenbahnvereine und deren Mitglieder erhalten dieses Heft für 40 Pfennige.

Nur für die Originalmarke

Avenarius Carbolineum

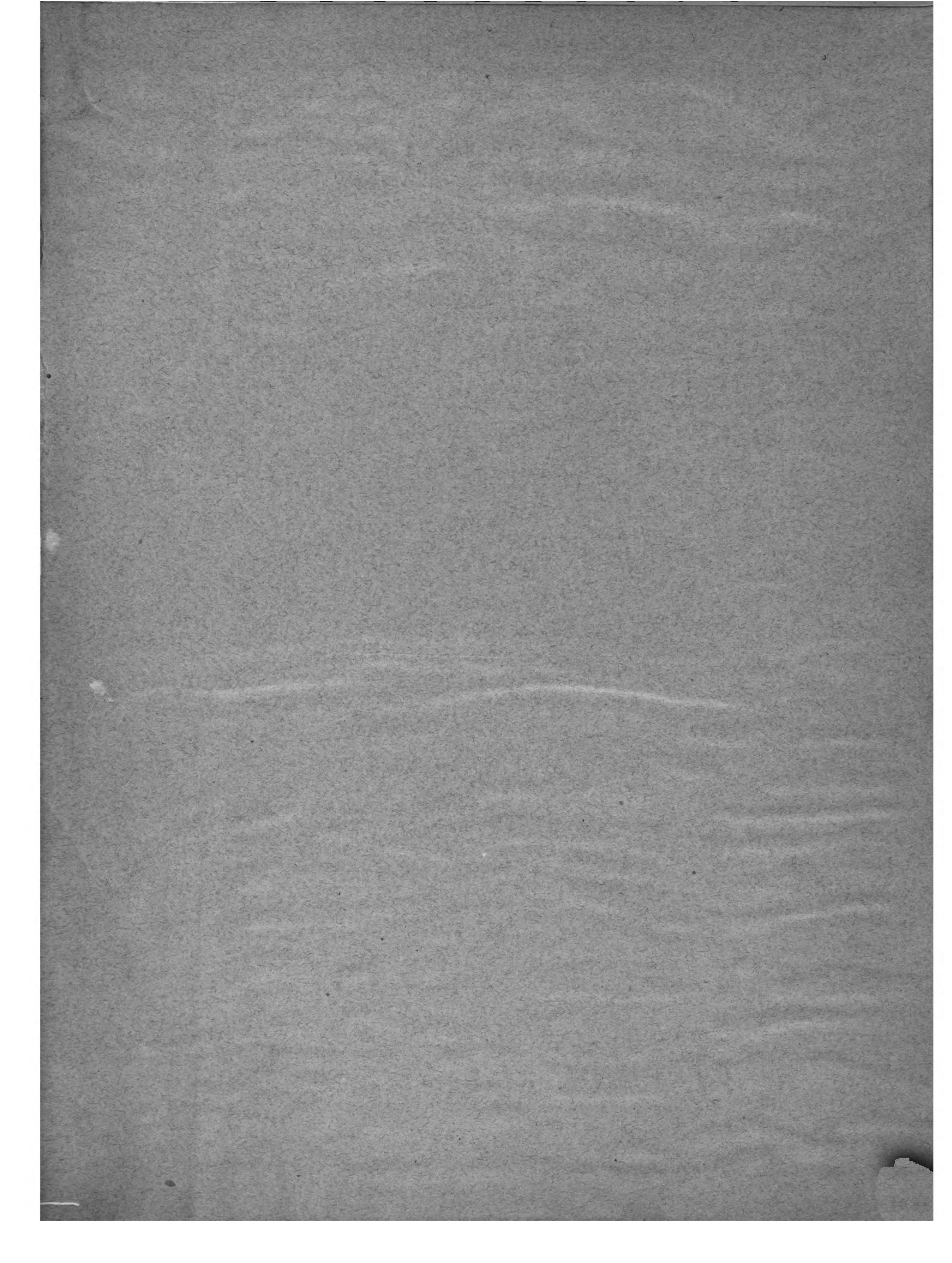
bestehen Gutachten über

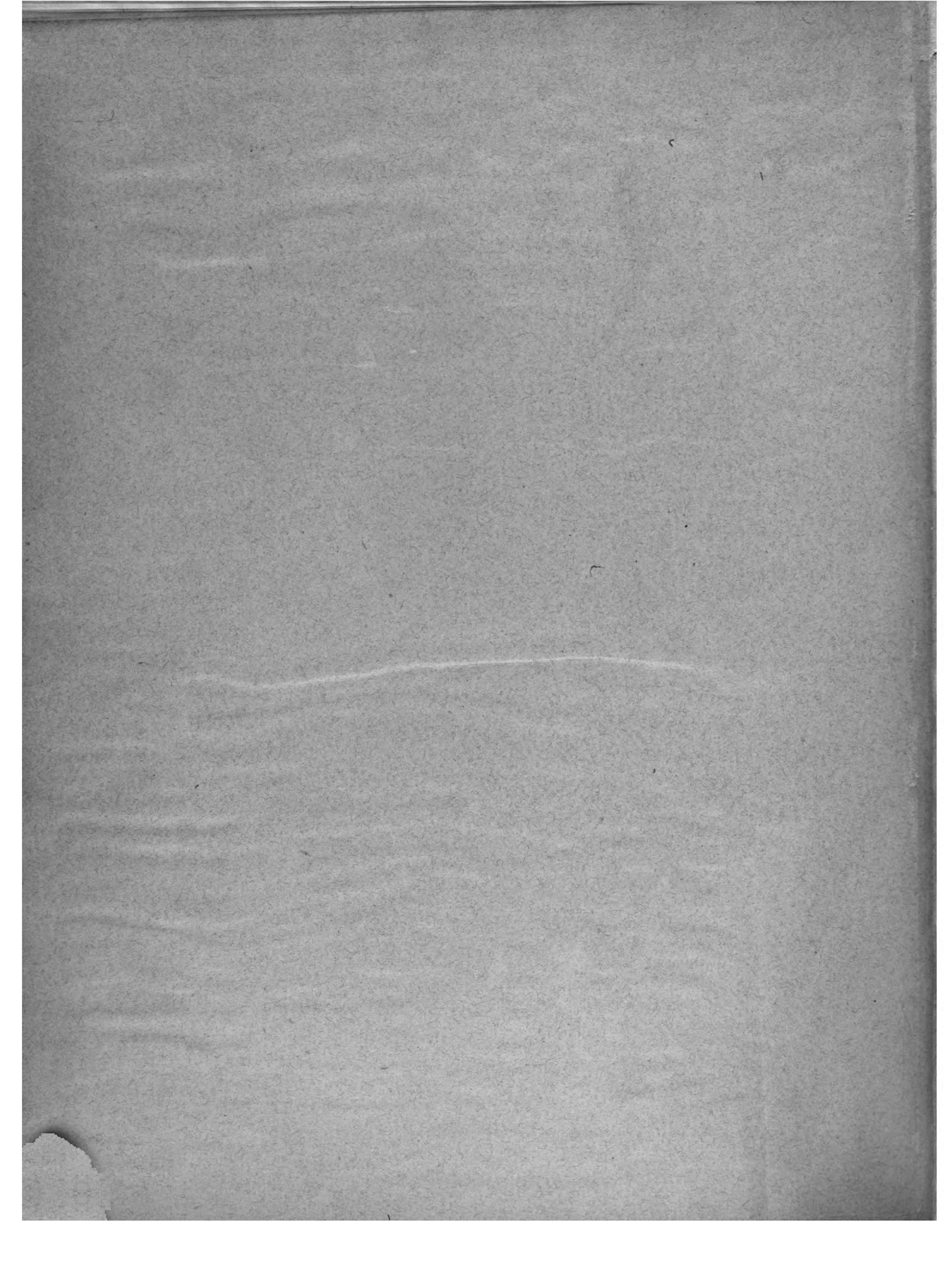
30jährige Holzerhaltung

R. AVENARIUS & CO.

STUTTGART HAMBURG BERLIN C. & KÖLN

#188






UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 02433 2887


The KALMBACHER
BOOKBINDING CO.

